

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-030804

(43)Date of publication of application : 02.02.1996

(51)Int.Cl.

G06T 13/00

A63F 9/22

(21)Application number : 06-183921

(71)Applicant : NAMCO LTD

(22)Date of filing : 13.07.1994

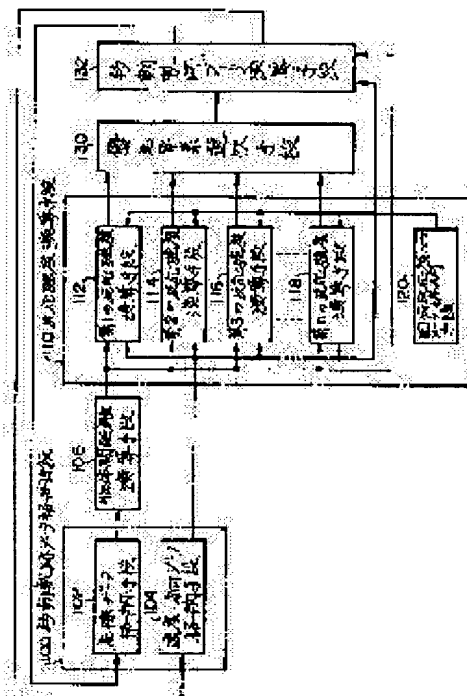
(72)Inventor : AKAO YOKO

(54) DATA GENERATION METHOD, COMPUTER GRAPHICS DEVICE AND GAME DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a fast data generation method which can automatically generate the data on the highly individual and realistic moving loci and also can facilitate the arithmetic operations.

CONSTITUTION: A proper reaction degree parameter storage means 120 includes plural types of proper reaction degree parameters which are set for each object in accordance with the types of subjects. A reaction intensity arithmetic means 110 calculates the reaction intensity of objects against the subjects based on the proper reaction parameters, the distance set between each object and subject and the velocity elements decided by the velocities of the objects and subjects. Based on the calculated reaction intensity, a preferential element selection means 130 selects a subject. A moving locus data arithmetic means 132 generates the moving locus data on the objects based on the reaction intensity set to the subjects and the direction information on the subjects.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-30804

(43) 公開日 平成8年(1996)2月2日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 13/00				
A 6 3 F 9/22	B	9365-5H	G 0 6 F 15/ 62	3 4 0 A

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平6-183921

(22) 出願日 平成6年(1994)7月13日

(71) 出願人 000134855

株式会社ナムコ

東京都大田区多摩川2丁目8番5号

(72) 発明者 赤尾 容子

東京都大田区多摩川2丁目8番5号 株式会社ナムコ内

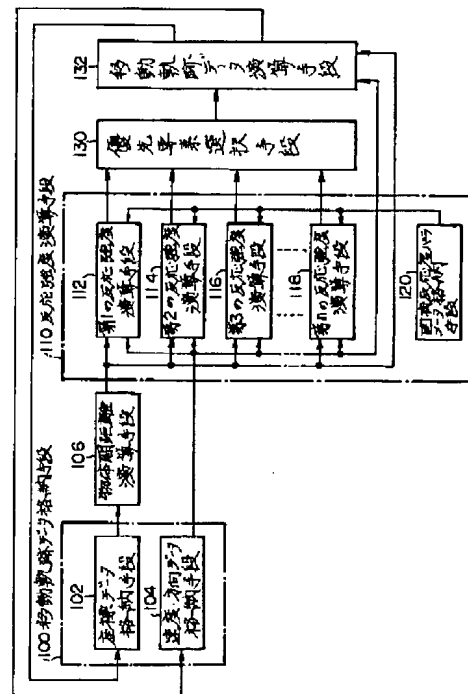
(74) 代理人 弁理士 布施 行夫 (外2名)

(54) 【発明の名称】 データ生成方法、コンピュータグラフィックス装置及びゲーム装置

(57) 【要約】

【目的】 個性に富んだリアル感の高い移動軌跡のデータを自動生成できると共に演算が簡易であり高速なデータ生成方法を提供すること。

【構成】 固有反応度パラメータ格納手段120には、複数種類の固有反応度パラメータが対象物の種類に応じて各物体毎に設定される。そして、反応強度演算手段110では、複数種類の固有反応度パラメータと、物体と対象物との距離と、物体及び対象物の速度により決定される速度要素とに基づいて物体の対象物に対する反応強度が求められる。そして、この反応強度の大きさに基づいて優先要素選択手段130により対象物が選択される。移動軌跡データ演算手段132では、該対象物との間の反応強度及び該対象物の方向情報に基づいて物体の移動軌跡データが生成される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 群を構成する物体の移動軌跡データを画像合成手段における画像合成のために生成するデータ生成方法であって、

対象物が群の牽引物体である場合の固有反応度パラメータと、対象物が群の構成物体である場合の固有反応度パラメータとを少なくとも含む複数種類の固有反応度パラメータが対象物の種類に応じて各物体毎に設定され、該複数種類の固有反応度パラメータと、物体と対象物との距離と、物体及び対象物の速度により決定される速度要素とに基づいて反応強度演算手段により物体の対象物に対する反応強度を求め、該反応強度に基づいて物体の速度を変化させるとともに対象物の方向又は位置する方向に基づいて物体の方向を変化させることで物体の移動軌跡データを生成することを特徴とするデータ生成方法。

【請求項2】 請求項1において、前記複数種類の固有反応度パラメータに、対象物が群の非構成物体である場合の固有反応度パラメータが含まれていることを特徴とするデータ生成方法。

【請求項3】 請求項1又は2のいずれかにおいて、前記反応強度演算手段により求められた複数の対象物に対応した複数の反応強度に基づいて1又は複数の対象物の選択を行い、選択された対象物に対する反応強度に基づいて物体の速度を変化させ、選択された対象物の方向又は位置する方向に基づいて物体の方向を変化させることを特徴とするデータ生成方法。

【請求項4】 請求項3において、前記反応強度の大きさに応じて前記反応強度をソートし、ソートされた反応強度と選択確率とに基づいて1又は複数の反応強度の選択を行い、該選択された反応強度に対応した対象物が前記複数の対象物の中から選択されることを特徴とするデータ生成方法。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかにおいて、前記対象物に対する反応強度の演算が、対象物が物体から一定距離以上にある場合には省略されることを特徴とするデータ生成方法。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかにおいて、対象物が群の牽引物体である場合及び対象物が群の構成物体である場合には、前記速度要素は対象物の速度が物体の速度よりも速くなるほど大きくなるように設定され、該速度要素、前記距離及び前記固有反応度パラメータが大きくなるほど反応強度が大きくなるように前記反応強度演算手段における演算が行われ、物体の方向が対象物の方向又は位置する方向に変化させられることを特徴とするデータ生成方法。

【請求項7】 請求項2乃至6のいずれかにおいて、対象物が群の非構成物体である場合には、前記速度要素は対象物の速度が物体の速度よりも速くなるほど大きくなるように設定され、該速度要素及び前記固有反応度パラメータが大きくなるほど反応強度が大きくなり前記距

2

離が大きくなるほど反応強度が小さくなるように前記反応強度演算手段における演算が行われ、物体の方向が対象物の位置する方向の反対方向に変化させられることを特徴とするデータ生成方法。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかにおいて、反応強度の演算を行う時間間隔を物体毎に異ならせることを特徴とするデータ生成方法。

【請求項9】 請求項1乃至8のいずれかにおいて、群の牽引物体の移動軌跡データを操作者が設定し、設定された牽引物体の移動軌跡データに基づいて他の物体の移動軌跡データが求められることを特徴とするデータ生成方法。

【請求項10】 群を構成する物体の移動軌跡データを画像合成手段における画像合成のために生成するデータ生成方法であって、

対象物が群の構成物体である場合の固有反応度パラメータを少なくとも含む複数種類の固有反応度パラメータが対象物の種類に応じて各物体毎に設定され、該複数種類の固有反応度パラメータを少なくとも含む情報に基づいて群を構成する物体の移動軌跡データを求め、該移動軌跡データに基づいて物体の環境に対する適応度を評価し、該評価に基づいて適応度の劣る物体を削除し、適応度の優れた1又は複数の物体の前記固有反応度パラメータを複製するとともに変異率パラメータに応じた変異を与えて新たな固有反応度パラメータを生成し、該固有反応度パラメータを持つ新たな物体を含ませて再度群を構成する物体について移動軌跡データを求め、これらの処理を繰り返すことで最適な固有反応度パラメータ及び最適な移動軌跡データを得ることを特徴とするデータ生成方法。

【請求項11】 請求項10において、群を構成する物体全体の環境に対する適応度に応じて、前記評価を行うための評価パラメータを少なくとも含む環境パラメータを調整することを特徴とするデータ生成方法。

【請求項12】 請求項10又は11のいずれかにおいて、群を構成する物体全体の環境に対する適応度に応じて、前記変異率パラメータを少なくとも含む環境パラメータを調整することを特徴とするデータ生成方法。

【請求項13】 請求項10乃至12のいずれかにおいて、操作者が、前記固有反応度パラメータ、前記環境パラメータを操作することで物体の環境を調整することを特徴とするデータ生成方法。

【請求項14】 請求項1乃至13のいずれかのデータ生成方法で物体の移動軌跡データを生成し、生成された該移動軌跡データに基づいて物体の画像情報を求め、求められた画像情報に基づいてコンピュータグラフィックス画像の合成を行う画像合成手段とを含むことを特徴と

するコンピュータグラフィックス装置。

【請求項15】 請求項1乃至13のいずれかのデータ生成方法で物体の移動軌跡データを生成し、生成された該移動軌跡データと操作者からの操作信号に基づいてゲーム空間を設定するためのゲーム演算を行う手段と、該ゲーム演算手段からのゲーム空間設定情報に基づいてゲーム画像の合成を行う画像合成手段とを含むことを特徴とするゲーム装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、コンピュータグラフィックス装置、ゲーム装置における画像合成のために必要な物体の移動軌跡データを生成するデータ生成方法に関する。そして、本発明は、コンピュータグラフィックスの作成労力軽減のために、あるいはゲーム装置のリアルタイム性の維持のために、情報処理の対象である該移動軌跡データは自動的に生成されるべきであるという該移動軌跡データの技術的性質に基づくものである。更に、本発明は、画像合成手段により合成される画像を高品質にするために、該移動軌跡データはリアル性の高いものでなければならないという該移動軌跡データの技術的性質に基づくものである。

【0002】

【従来の技術】コンピュータグラフィックス、ゲーム装置等の分野では、画像合成を行うために画像を構成する物体の移動軌跡を求める必要がある。例えば魚の群泳を表現するコンピュータグラフィックスを例にとれば、まず3次元空間内で魚がどのような軌跡で泳ぐかを求めるために魚の移動軌跡（例えば位置、方向、速度等）を求める。そして、この移動軌跡に基づいて実際の魚の画像を作成し、背景の画像も作成することでコンピュータグラフィックスにおける動画像を得ていた。この場合、従来は、魚の画像、背景画像の作成のみならず、魚の移動軌跡についてもCGアーティストが全て手作業で作成するという手法が用いられていた。

【0003】しかし、この手法では、魚の数が多くなった場合でも、全ての魚について移動軌跡を手作業で作成しなければならない、作業に非常に手間がかかるという問題があった。特に、移動軌跡を求める際には魚があたかも本当に群泳しているかのような雰囲気表現する必要があり、CGアーティストのセンスが要求される。また、移動軌跡を求める際には3次元空間における3次元座標を求める必要があり、これは容易なことではない。以上より、全ての魚の移動軌跡を手作業で作成する手法には、非常に膨大な労力が必要になるという問題点があった。一方、この労力を軽減するために、いくつかの魚の移動軌跡を手作業で作成し、他の魚の移動軌跡をこれらの複製により作成する手法も考えられる。この手法では、上記手法よりも労力を省くことはできるが、魚の動き、あるいは群全体の動きが不自然となるという問題点

があった。

【0004】さて、以上の問題を解決するものとして、群知能モデルを用いて移動軌跡を自動的に作成する手法が考えられる。ここで、群知能とは、個体の行動を指定することのみで発現する群全体の知的行動をいう。このような群知能モデルとしては、例えばReynoldsによる鳥の群を表現するための群知能モデルが知られている（Computer Graphics, Volume 21, Number 4, July 1987）。このReynoldsの群知能モデルでは、(1) 環境における自分以外の鳥と最小距離を保つ(2) 近傍の他の鳥の速度ベクトルと方向を合わせる(3) 近傍の鳥の重心方向に移動するという3つのルールにより鳥の行動、移動軌跡が決定される。しかし、この群知能モデルでは、群としての行動を表現することはできるが、全ての鳥が同じように動いてしまい、没個性で表現が単調になりやすいという問題点があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明者は、以上の問題点を解決するために、物体（生物等の個体のみならず、レーシングカーなどの機械等も含む）の持つ主観等を行動の原動力として導入した群知能モデルを開発している。このような主観を表すパラメータとして、本発明者は、例えば(1) 群の先導者であるリーダーを募っている(2) 群の他の構成物体に寄り添う(3) 外敵、壁等の群の非構成物体を避けるというようなパラメータを考えた。そして、このようなパラメータを各物体に持たせることで、Reynoldsの群知能モデルの没個性で表現が単調になりやすいという欠点を解消できることになる。

【0006】一方、このようなパラメータを各物体に設定した場合に、このパラメータにより如何にして効率的に物体の移動軌跡を求めるかが大きな技術的課題となる。例えば、1つの手法として、このパラメータに基づく物理的な力の場を生成し、この場により物体の移動軌跡を求める手法が考えられる。しかし、この手法では、場を生成するための演算及びこの生成された場から移動軌跡を求めるための演算が非常に複雑となり、このため移動軌跡を求める演算の速度が非常に遅くなるという問題がある。特に、この場を用いた手法では、物体と全ての対象物との間で演算を行う必要があり、このため更に演算速度が遅くなる。そして、演算速度が遅くなると以下のような場合に特に不都合が生じる。例えばCGアーティストがパラメータの調整を行い、これにより自分の好みに合う移動軌跡を求める場合を考える。このような場合に、調整されたパラメータに基づいた移動軌跡を演算するのに時間がかかると、その間、CGアーティストは待たされることになり、CGデザインの作業を円滑に行うことができないという問題が生じる。また、例えば、主観を表すパラメータを用いて移動軌跡を求める手法をゲーム装置に適用した場合を考える。この場合、ゲーム装置では、プレーヤの操作にしたがってゲーム画像

をリアルタイムに表示しなければならないという技術的課題がある。従って、移動軌跡を求める演算に時間がかかると、このゲーム装置のリアルタイム性を阻害するという問題が生じる。

【0007】また、場を用いて移動軌跡を求める手法には、以下のような問題点もある。即ち、このような場を用いる手法では、場を例えば「好き」、「嫌い」という統一的な概念で表現する必要があり、このため各パラメータの種類に応じて場の生成方法を異ならせるというよう10 ことが困難となる。これにより表現が単調になるという問題が生じる。更に、この場を用いた手法には、物体あるいは対象物の速度をシミュレーションの要素に用いることが困難であるという欠点もある。

【0008】また、このように群知能モデルにより移動軌跡データを求める場合、パラメータの設定値をどのような値にするかが大きな問題となる。即ち、表現される群がリアルなものになるか否かは、これらのパラメータの設定値の良し悪しに依存するため、パラメータの設定値をなるべく最適なものとする必要がある。一方、パラメータの最適設定値を求めるには、ある程度の労力が必要となり、これではCGアーティストの労力を軽減する20 という本来の目的を達成できない。従って、あまり労力を費やさずに、如何にしてこれらのパラメータの最適設定値を求めるかが大きな技術的課題となる。

【0009】本発明は、以上のような技術的課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、群を構成する物体のリアル感の高い移動軌跡のデータを自動生成できるとともに、この自動生成のための演算が簡易であり高速に行うことができるデータ生成方法、コンピュータグラフィックス装置及びゲーム装置を30 提供するところにある。

【0010】また、本発明の他の目的は、群の移動軌跡データを求めるために用いられるパラメータの設定値を、あまり労力を費やさずに最適化できるデータ生成方法、コンピュータグラフィックス装置及びゲーム装置を提供するところにある。

【0011】

【課題を解決するための手段及び作用】上記課題を解決するために請求項1の発明は、群を構成する物体の移動軌跡データを画像合成手段における画像合成のために生成するデータ生成方法であって、対象物が群の牽引物体である場合の固有反応度パラメータと、対象物が群の構成物体である場合の固有反応度パラメータとを少なくとも含む複数種類の固有反応度パラメータが対象物の種類に応じて各物体毎に設定され、該複数種類の固有反応度パラメータと、物体と対象物との距離と、物体及び対象物の速度により決定される速度要素とに基づいて反応強度演算手段により物体の対象物に対する反応強度を求め、該反応強度に基づいて物体の速度を変化させるとともに対象物の方向又は位置する方向に基づいて物体の方40

向を変化させることで物体の移動軌跡データを生成することを特徴とする。

【0012】請求項1の発明によれば、複数種類の固有反応度パラメータが対象物の種類に応じて各物体毎に設定される。この固有反応度パラメータの中には、対象物が群の牽引物体、例えばリーダー、餌等である場合、対象物が群の構成物体、例えば仲間等である場合の固有反応度パラメータが含まれる。そして、これらの固有反応度パラメータと、物体と対象物との距離と、速度要素とに基づいて反応強度が求められる。この場合、例えば対象物が群の牽引物体である場合には、対象物が牽引物体である場合に設定される固有反応度パラメータが使用される。そして、求められた反応強度に基づいて物体の速度が変化する。また、対象物の方向又は対象物の位置する方向に基づいて物体の方向が変化する。これにより物体の速度、方向、座標データが得られ、物体の移動軌跡データが得られる。そして、この移動軌跡データは、例えばコンピュータグラフィックス装置、ゲーム装置内の画像合成手段における画像合成に利用されることになる。

【0013】また、請求項2の発明は、請求項1において、前記複数種類の固有反応度パラメータに、対象物が群の非構成物体である場合の固有反応度パラメータが含まれていることを特徴とする。

【0014】請求項2の発明によれば、複数の固有反応度パラメータの中に、対象物が群の非構成物体、例えば敵、壁、障害物（忌避物体）である場合等の固有反応度パラメータが含まれることになる。これにより、対象物が群の非構成物体である場合の反応強度が求められ、この場合の物体の速度、方向の変化を求めることが可能となる。

【0015】また、請求項3の発明は、請求項1又は2のいずれかにおいて、前記反応強度演算手段により求められた複数の対象物に対応した複数の反応強度に基づいて1又は複数の対象物の選択を行い、選択された対象物に対する反応強度に基づいて物体の速度を変化させ、選択された対象物の方向又は位置する方向に基づいて物体の方向を変化させることを特徴とする。

【0016】請求項3の発明によれば、反応強度演算手段で求められた複数の反応強度に基づいて、1又は複数の対象物が選択される。そして、この選択された対象物の反応強度、方向又は位置する方向に基づいて物体の速度、方向が変化する。これにより物体の移動軌跡データが求められる。この結果、物体の速度、方向を求める際に全ての対象物について演算処理を行う必要がなくなる。

【0017】また、請求項4の発明は、請求項3において、前記反応強度の大きさに応じて前記反応強度をソートし、ソートされた反応強度と選択確率とに基づいて1又は複数の反応強度の選択を行い、該選択された反応強度に対応した対象物が前記複数の対象物の中から選択されることを特徴とする。

【0018】請求項4の発明によれば、反応強度が大きい順に反応強度がソートされる。これにより、反応強度が大きい順に例えば第1順位、第2順位というように順位づけがなされる。そして、選択確率により各々の順位を選ぶ確率が決められ、この確率に基づいて反応強度の選択が行われる。そして、選択された反応強度に対応する対象物が選択され、この対象物の反応強度、方向又は位置する方向に基づいて物体の速度、方向が変化することになる。

【0019】また、請求項5の発明は、請求項1乃至4のいずれかにおいて、前記対象物に対する反応強度の演算が、対象物が物体から一定距離以上にある場合には省略されることを特徴とする。

【0020】請求項5の発明によれば、物体から一定距離以上、例えば視界距離以上にある場合には、反応強度の演算が省略される。これにより、不必要な演算を省略できるとともに一定距離以上にある対象物に関しては影響を受けないようにすることが可能となる。

【0021】また、請求項6の発明は、請求項1乃至5のいずれかにおいて、対象物が群の牽引物体である場合及び対象物が群の構成物体である場合には、前記速度要素は対象物の速度が物体の速度よりも速くなるほど大きくなるように設定され、該速度要素、前記距離及び前記固有反応度パラメータが大きくなるほど反応強度が大きくなるように前記反応強度演算手段における演算が行われ、物体の方向が対象物の方向又は位置する方向に変化させられることを特徴とする。

【0022】請求項6の発明によれば、対象物である群の牽引物体、群の構成物体の速度が物体の速度よりも速くなる、あるいは、物体間距離が大きくなると、反応強度が大きくなるように演算処理が行われる。これにより、物体の速度が速くなる方に変化し、物体が牽引物体、構成物体に追いつこうとする行動を表現できることになる。また、例えば対象物が群の牽引物体である場合には、牽引物体の位置する方向に物体の方向が変化し、物体が牽引物体の方向に移動することになる。また、対象物が群の構成物体である場合には、構成物体の向く方向又は位置する方向に物体の方向が変化する。これにより、物体が群の構成物体の方向に移動したり、物体の方向が群の構成物体の向く方向に揃ったりすることになる。

【0023】また、請求項7の発明は、請求項2乃至6のいずれかにおいて、対象物が群の非構成物体である場合には、前記速度要素は対象物の速度が物体の速度よりも速くなるほど大きくなるように設定され、該速度要素及び前記固有反応度パラメータが大きくなるほど反応強度が大きくなり前記距離が大きくなるほど反応強度が小さくなるように前記反応強度演算手段における演算が行われ、物体の方向が対象物の位置する方向の反対方向に変化させられることを特徴とする。

【0024】請求項7の発明によれば、対象物である群の非構成物体の速度が物体の速度よりも速くなる、あるいは、物体間距離が小さくなると、反応強度が大きくなる演算処理が行われる。これにより、物体の速度が速くなる方に変化し、物体が非構成物体から逃げようとする行動を表現できることになる。また、非構成物体の位置する方向の反対方向に物体の方向が変化し、物体が非構成物体の位置と逆の方向に移動したり、向かってくる非構成物体を避けることが可能となる。

【0025】また、請求項8の発明は、請求項1乃至7のいずれかにおいて、反応強度の演算を行う時間間隔を物体毎に異ならせることを特徴とする。

【0026】請求項8の発明によれば、ある物体は単位時間毎に、ある物体は単位時間よりも長い時間間隔で、ある物体は更に長い時間間隔で、反応強度の演算が行われる。そして、このように反応強度の演算を行う時間間隔を物体毎に異ならせることで、物体の速度、方向の変化を緩やかなものとしてすることが可能となる。

【0027】また、請求項9の発明は、請求項1乃至8のいずれかにおいて、群の牽引物体の移動軌跡データを操作者が設定し、設定された牽引物体の移動軌跡データに基づいて他の物体の移動軌跡データが求められることを特徴とする。

【0028】請求項9の発明によれば、群の牽引物体については操作者が自ら移動軌跡データを設定する。これにより、この設定された移動軌跡データに基づいて動く牽引物体にしたがわせて他の物体を動かす等の操作を行うことが可能となる。

【0029】また、請求項10の発明は、群を構成する物体の移動軌跡データを画像合成手段における画像合成のために生成するデータ生成方法であって、対象物が群の構成物体である場合の固有反応度パラメータを少なくとも含む複数種類の固有反応度パラメータが対象物の種類に応じて各物体毎に設定され、該複数種類の固有反応度パラメータを少なくとも含む情報に基づいて群を構成する物体の移動軌跡データを求め、該移動軌跡データに基づいて物体の環境に対する適応度を評価し、該評価に基づいて適応度の劣る物体を削除し、適応度の優れた1又は複数の物体の前記固有反応度パラメータを複製するとともに変異率パラメータに応じた変異を与えて新たな固有反応度パラメータを生成し、該固有反応度パラメータを持つ新たな物体を含ませて再度群を構成する物体について移動軌跡データを求め、これらの処理を繰り返すことで最適な固有反応度パラメータ及び最適な移動軌跡データを得ることを特徴とする。

【0030】請求項10の発明によれば、設定された固有反応度パラメータに基づいて物体の移動軌跡データが求められ、固有反応度パラメータに基づく行動群の生成が行われる。次に、この行動群の環境に対する適応度についての評価が行われ、適応度の劣る物体は削除（淘

法)される。一方、適応度の優れた物体については、その固有反応度パラメータが複写されるとともに変異され、新たな固有反応度パラメータが生成される。この場合の複写元は、2つ以上の物体であってもかまわない。そして、この新たな固有反応度を持つ新たな物体が生成され、この物体を含ませて、再度、行動群の生成が行われる。そして、これらの処理を繰り返すことで、最適な固有反応度パラメータ、移動軌跡データを得ることができる。

【0031】また、請求項11の発明は、請求項10において、群を構成する物体全体の環境に対する適応度に応じて、前記評価を行うための評価パラメータを少なくとも含む環境パラメータを調整することを特徴とする。

【0032】請求項11の発明によれば、群を構成する物体全体の環境に対する適応度が調べられ、この適応度に応じて評価パラメータが調整される。これにより、物体全体に対する環境の厳しさ等を調整することが可能となり、環境に対する適応度の高い群を作り出すことができる。

【0033】また、請求項12の発明は、請求項10又は11のいずれかにおいて、群を構成する物体全体の環境に対する適応度に応じて、前記変異率パラメータを少なくとも含む環境パラメータを調整することを特徴とする。

【0034】請求項12の発明によれば、変異率パラメータを調整することで、多様性のある群を作り出すことが可能となる。また、適応度の高い群を得るための解が、最適解ではなく局所解に収束してしまうような場合に、変異率パラメータにより変異率を高くすることで、解を最適解に収束させることも可能となる。

【0035】また、請求項13の発明は、請求項10乃至12のいずれかにおいて、操作者が、前記固有反応度パラメータ、前記環境パラメータを操作することで物体の環境を調整することを特徴とする。

【0036】請求項13の発明によれば、操作者が自ら固有反応度パラメータ、環境パラメータを操作し、環境を調整する。これにより単に見ているだけのシミュレーションではなく、操作者が参加できるシミュレーションを実現できることになる。

【0037】また、請求項14の発明に係るコンピュータグラフィックス装置は、請求項1乃至13のいずれかのデータ生成方法で物体の移動軌跡データを生成し、生成された該移動軌跡データに基づいて物体の画像情報を求め、求められた画像情報に基づいてコンピュータグラフィックス画像の合成を行う画像合成手段とを含むことを特徴とする。

【0038】請求項14の発明によれば、CG画像を合成するために必要な移動軌跡データを自動的に求めることが可能となるとともに、リアル感に溢れ自然な物体の動作を表現できることになる。

【0039】また、請求項15の発明に係るゲーム装置は、請求項1乃至13のいずれかのデータ生成方法で物体の移動軌跡データを生成し、生成された該移動軌跡データと操作者からの操作信号に基づいてゲーム空間を設定するためのゲーム演算を行う手段と、該ゲーム演算手段からのゲーム空間設定情報に基づいてゲーム画像の合成を行う画像合成手段とを含むことを特徴とする。

【0040】請求項15の発明によれば、ゲーム画像を合成するために必要な移動軌跡データを自動的に、かつ、リアルタイムに求めることが可能となるとともに、ゲームのリアル感、臨場感を増すことが可能な物体の動作を表現できることになる。

【0041】

【実施例】

1. 第1の実施例

図1には、本第1の実施例のデータ生成方法を実現するためのデータ生成システムの機能的ブロック図が示される。このシステムは、移動軌跡データ格納手段100、物体間距離演算手段106、反応強度演算手段110、優先要素選択手段130、移動軌跡データ演算手段132を含む。ここで、移動軌跡データ格納手段100は、座標データ格納手段102、速度・方向データ格納手段104を含む。図2には本実施例における移動軌跡の一例が示される。図2において、 P_n (X_n , Y_n) が座標データであり、 V_n が速度データであり、 θ_n が方向データであり、これらのデータが座標データ格納手段102、速度・方向データ格納手段104に格納される。なお、以下では、説明を簡単にするために2次元の移動軌跡データを例にとり説明するが、本発明はこれに限られるものではない。そして、3次元の移動軌跡データの場合には例えば P_n は (X_n , Y_n , Z_n) となる。本実施例では、コンピュータグラフィックスの場合には例えば1/24秒毎、1/30秒毎の、ゲーム装置の場合には例えば1/60秒毎の P_n 、 V_n 、 θ_n が求められる。そして、前回 (1/24秒前又は1/30秒前又は1/60秒前) の全ての物体の P_{n-1} 、 V_{n-1} 、 θ_{n-1} から今回の P_n 、 V_n 、 θ_n を求めてゆき、これにより物体の移動軌跡データ例えば $P_{n-2} \sim P_{n+2}$ 、 $V_{n-2} \sim V_{n+2}$ 、 $\theta_{n-2} \sim \theta_{n+2}$ が求められることになる。

【0042】物体間距離演算手段106は、物体と対象物との間の距離を求めるものである。求められた物体間距離と、速度・方向データ格納手段104からの速度・方向データとは、反応強度演算手段110に入力される。そして、反応強度演算手段110により各要素の反応強度の演算が行われる。優先要素選択手段130では、求められた反応強度に基づいて、いずれの要素を優先するかを選択する。そして、この選択結果に基づいて移動軌跡データ演算手段132では、前回の移動軌跡データ P_{n-1} 、 V_{n-1} 、 θ_{n-1} から今回の P_n 、 V_n 、 θ_n が演算される。そして、求められた P_n 、 V_n 、 θ_n は、

移動軌跡データ格納手段100に格納される。このようにして、順次、移動軌跡データが求められることになる。

【0043】なお、図1の機能ブロック図において、物体間距離演算手段106、反応強度演算手段110、優先要素選択手段130、移動軌跡データ演算手段132で行われる演算処理は、各物体毎に行われる処理である。

【0044】また、反応強度演算手段110における演算処理は単位時間である Δt 毎(Δt は例えば1/24秒、1/30秒、1/60秒)に行う必要はなく、単位時間 Δt よりも長い一定時間間隔毎に演算処理を行ってもよい。即ち、通常は、時刻 t における反応強度を求める場合には、時刻 $t - \Delta t$ における座標、速度、方向データを参照するが、この場合には、例えば時刻 $(t - n \times \Delta t)$ における座標、速度、方向データを参照して時刻 t における反応強度を求める。そして、時刻 $(t - (n - 1) \times \Delta t) \sim (t - \Delta t)$ における座標、速度、方向データは、時刻 $(t - n \times \Delta t)$ において演算された反応強度を用いることになる。具体的には、時刻 $(t - n \times \Delta t)$ において演算された反応強度により、 $(t - (n - 1) \times \Delta t) \sim (t - \Delta t)$ における該物体の速度データを求める。また、時刻 $(t - n \times \Delta t)$ で優先要素選択手段130により選択された対象物の向く方向又は位置する方向に基づき、 $(t - (n - 1) \times \Delta t) \sim (t - \Delta t)$ における該物体の方向データを求める。そして、求められた速度、方向データにより該物体の座標データも求める。これにより、反応強度の演算、優先要素選択の演算を省略することができる。また、このようにすることで、物体の動き(速度の変化、方向の転換)をより緩やかなものとしてすることができ、物体が魚等の生物を表すものであった場合には、より生物的な表現を行うことが可能となる。そして、この反応強度の演算を行う時間間隔を物体毎に異ならせて設定すれば、動きの鋭い物体と動きの鈍い物体とを混在させることが可能となり、よりパラエティに富んだ群の表現が可能となる。

【0045】反応強度演算手段110は、第1～第 n の反応強度演算手段112～118と、反応固有度パラメータ格納手段120を含む。第1～第 n の反応強度演算手段112～118は、固有反応度パラメータ格納手段120に格納される固有反応度パラメータと、物体間距離演算手段106から入力される物体と対象物との間の距離と、速度・方向データ格納手段104から入力される速度の情報(速度要素)とに基づいて、各要素についての反応強度が演算される。ここで、これらの要素としては、主に、対象物が群の牽引物体(リーダ、餌等)である場合(対象物を慕っている場合)、対象物が群の構成物体(仲間等)である場合(対象物を好んでいる場合)、対象物が群の非構成物体(敵、壁等)である場合

(対象物を恐れている場合、避けたい場合)等の要素が考えられる。また、これ以外にも、例えば物体の行きたい方向を表すための要素等も考えられる。そして、例えば第1の反応強度演算手段112では対象物が群のリーダである場合、第2の反応強度演算手段114では対象物が群の仲間である場合、第3の反応強度演算手段116では対象物が敵である場合について、各要素の反応強度が演算される。そして、各要素についての固有反応度パラメータ(対象物への好感・反感の度合い)は、対象物の種類に応じて各物体の固有のパラメータとして各物体毎に設定されている。図3を例にとれば、物体2については、対象物がリーダ8、10である場合、対象物が仲間12、16、20である場合、対象物が敵22、26である場合の各々について、物体2に固有に、固有反応度パラメータが設定されている。

【0046】図4には、対象物が群のリーダである場合に行われる演算処理を説明するためのフローチャート図が示される。ステップA1で対象物が群のリーダであると判断されると、ステップA2で対象物が視界距離 G 内にあるか否かが判断される。例えば図3において、リーダ8は視界距離 G 内にあると判断され、リーダ10はないと判断される。そして、視界距離 G 内にないと判断されたリーダ10については反応強度=0とされる。一方、視界距離 G 内にあると判断されたリーダ8については、ステップA3の処理により反応強度が演算される。この場合の反応強度は、次式のように演算される。

【0047】反応強度 $= K1 \times$ 物体間距離 \times 速度要素 \times 固有反応度パラメータ

ここで、 $K1$ は比例係数である。この場合、この係数 $K1$ を複数種類用意して、これらの複数種類の係数を物体間距離、速度要素、固有反応度パラメータの各々に対して独立に設定することも可能である。また、物体間距離は図3における $D1$ である。即ち、この場合には距離が遠いほど反応強度は大きくなり、物体2はリーダ8に追いつくように速度を速めることになる。また、速度要素は、物体2及びリーダ8の速度により決められるものであり、具体的には次のように決められる。即ち、まずリーダ8と物体2の速度差を求める。そして、リーダ8の方が物体2よりも速い場合には速度要素が大きくなるように、逆にリーダ8の方が物体2よりも遅い場合には速度要素が小さくなるように速度要素を決める。これにより速度の速いリーダに対しては物体2は自分の速度を速めて追いつこうとする行動をとり、速度の遅いリーダに対しては自分の速度を遅めるという行動をとることになる。これにより物体がリーダを慕うという行動を表現できることになる。なお、この場合、速度要素を求めるために速度差に乗算する係数は任意に設定することができる。また、固有反応度パラメータは、対象物がリーダである場合に設定される固有反応度パラメータであり、物体2に固有に設定されているものである。

【0048】なお、図4に示すように、対象物がリーダーである場合には、物体の方向はリーダーの位置する方向に変化させられる。この演算は、後述するように移動軌跡データ演算手段132において行われる。例えば、図3を例にとれば、物体2の方向4は、リーダー8の位置する方向（物体2とリーダー8を結ぶ方向）に変化することになる。

【0049】図5には、群行動生成の場合（対象物が群の仲間である場合等）の演算処理を説明するためのフローチャート図が示される。この場合、まず、ステップB2で視界距離G内に仲間がいるか否かが判断される。そして、仲間がいないと判断された場合には、ステップB6に示すように反応強度は次式のように演算される。

【0050】

反応強度 = $K2 \times \text{乱数} \times \text{固有反応度パラメータ}$

この場合の固有反応度パラメータは物体が自由な方向に行こうとする度合を表す固有反応度パラメータである。群を生成することを好まない物体についてはこの固有反応度パラメータが大きくなるように設定されている。また、この場合の物体の方向は、乱数を用いて確率的に選択される。即ち、各物体毎に設定された物体の行きたい方向と、乱数とを用いて物体の方向が決定される。例えば物体2が右方向に移動することを好む場合には、その方向は乱数によりランダムに選択されるが統計的にはなるべく右方向に変化するように方向の選択が行われる。

【0051】視界距離G内に仲間がいると判断されると、ステップB3に示すように、今度は至近距離H内に仲間がいるか否かが判断される。そして、図3に示すように仲間16がいた場合には、ステップB4に示すように反応強度は以下のように演算される。

【0052】反応強度 = $K3 \times \text{物体間距離} \times \text{速度要素} \times \text{固有反応度パラメータ}$

この場合の物体間距離は図3におけるD2である。また、速度要素は、対象物がリーダーである場合とほぼ同様にして決められる。これにより物体が仲間に寄り添うという行動を表現できることになる。なお、速度要素を求めるために速度差に乗算する係数は、対象物がリーダーの場合と異なったものになるように設定されている。また、固有反応度パラメータは、対象物が仲間あるいは至近距離内の仲間である場合に設定される固有反応度パラメータである。また、この場合、物体2の方向4は、仲間16の向く方向18と同じ方向に変化させられる。これにより至近距離H内にある物体は同じ方向を向くことになり、方向を揃えて移動する群を表現できることになる。なお、仲間が多数いる場合には、最も近い距離にいる仲間の方向に合わせる、あるいは向く方向についての多数決をとり、多数決により決められた方向に向くようにすればよい。

【0053】また、ステップB3で至近距離H内に仲間がいないと判断された場合には、ステップB5に示すよ

うに反応強度は次式のように演算される。

【0054】反応強度 = $K4 \times \text{物体間距離} \times \text{速度要素} \times \text{固有反応度パラメータ}$

この場合の、物体間距離はD3であり、速度要素は上記と同じように決められる。また、反応強度は対象物が仲間あるいは至近距離外の仲間である場合に設定される固有反応度パラメータである。また、この場合、物体2の方向4は、仲間12の位置する方向に変化させられる。これにより、仲間の方向に物体が移動し、孤立した物体が群を作るために仲間に寄り添うという行動を表現できることになる。

【0055】図6には、対象物が群の敵である場合の演算処理を説明するためのフローチャート図が示される。この場合、まず、ステップC2で視界距離G内に敵がいるか否かが判断される。そして、視界距離G内にないと判断された敵26については反応強度 = 0 とされる。一方、視界距離G内にあると判断された敵22については、ステップC3に示すように反応強度は次式のように演算される。

20 反応強度 = $K5 \times (\text{視界距離} - \text{物体間距離}) \times \text{速度要素} \times \text{固有反応度パラメータ}$

ここで、（視界距離 - 物体間距離）は図3におけるD5に相当する。即ち、この場合には敵22が物体2に近づくほど反応強度が大きくなり、物体2は速度を速めて急いで敵22から逃げることになる。また、速度要素は、敵22の方が物体2よりも速い場合には速度要素が大きくなるように、逆に敵22の方が物体2よりも遅い場合には速度要素が小さくなるように速度要素を決める。これにより、敵22の速度が速い場合には速く逃げ、遅い場合には遅く逃げるという物体2の行動を表現できることになる。なお、この場合に速度要素を求めるために速度差に乗算する係数は、対象物がリーダーである場合に比べて大きな値が設定される。これにより、敵が来た場合には、自己の生存本能を優先させて、リーダーに従うよりも敵から逃げるという行動を表現でき、リアル感をより増すことができる。また、固有反応度パラメータは、対象物が敵である場合に設定される固有反応度パラメータである。

【0056】なお、ステップC3に示すように、対象物が敵である場合には、物体の方向は敵の位置する方向と反対方向に変化させられる。これにより、物体2は敵22の襲撃を避けるように方向転換することが可能となる。

【0057】次に優先要素選択手段130について説明する。優先要素選択手段130では、反応強度演算手段110で演算された各々の要素に対応した複数の反応強度が、反応強度の大きさに応じてソートされ、順位がつけられる。例えば図3において対象物が敵22である場合の反応強度A、仲間16である場合の反応強度B、リーダー8である場合の反応強度C等が求められる。そし

て、反応強度の大きさに基づいて反応強度を並べた結果、例えば反応強度A>反応強度B>反応強度Cとなった場合には、反応強度Aに第1順位、反応強度Bに第2順位、反応強度Cに第3順位がつけられる。そして、優先要素選択手段130では、あらかじめ各順位に対応した選択確率が設定されている。そして、例えば、第1順位の選択確率が100%に設定されていた場合には、必ず第1順位の反応強度Aが選択される。一方、第1順位、第2順位、第3順位の選択確率が、各々70%、20%、10%である場合には、10回に7回は第1順位の反応強度A（対象物が敵22である場合）が、10回に2回は第2順位の反応強度B（対象物が仲間16である場合）が、10回に1回は第3順位の反応強度C（対象物がリーダ8である場合）が選択されることになる。これにより、反応強度が小さく選択確率が低いものでも選択される場合が生じ、群の表現のバラエティを増すことができる。

【0058】なお、選択確率をあらかじめ設定しておかず、反応強度の大きさに応じて選択確率を設定する手法を採用してもよい。この手法では、例えば反応強度Aが1000、反応強度Bが500、反応強度Cが200であった場合には、反応強度A、B、Cの選択確率は、各々、1000/1700、500/1700、200/1700となる。

【0059】このようにして、優先要素選択手段130により対象物（複数であってもよい）が選択されると、選択された対象物の前回の座標、速度、方向データと、物体の前回の座標、速度、方向データとから、該物体の今回の座標、速度、方向データ（移動軌跡データ）が求められる。この演算処理は、移動軌跡データ演算手段132により行われる。

【0060】物体の方向データは、以下のようにして求められる。例えば図7（A）において、リーダ36が選択されたとする。すると、リーダ36は物体2の右側に位置し、物体2の方向4はリーダ36の位置する方向に変化するため、方向4の角度 θ_{n-1} は $-\Delta\theta$ され、方向30の角度 $\theta_n = \theta_{n-1} - \Delta\theta$ が求められる。また、図7（B）において、敵38が選択されたとする。敵38は物体2の右側に位置し、物体の方向4は敵38の位置する方向と反対方向に変化するため、方向4の角度 θ_{n-1} は $+\Delta\theta$ され、方向32の角度 $\theta_n = \theta_{n-1} + \Delta\theta$ が求められる。また、図7（C）において、至近距離内の仲間40が選択されたとする。仲間40の方向42に方向に物体2の方向が変化するため、方向4の角度 θ_{n-1} は $-\Delta\theta$ され、方向34の角度 $\theta_n = \theta_{n-1} - \Delta\theta$ が求められる。このように $\Delta\theta$ を増減することで、例えば追いかけて敵と逆方向に向かうことができ、敵から逃げることも可能となる。また、例えば自分の進行方向に対して敵が正面から来た場合には、この $\Delta\theta$ が増減することで、敵をすり抜けて逃げることも可能となる。

【0061】物体の速度データは、反応強度により求められる。即ち選択された対象物の反応強度が、あらかじめ設定された反応強度の設定値よりも大きいか否かが判断される。そして、選択された対象物の反応強度が設定値よりも大きい場合には、物体の速度データ V_n は、 $V_n = V_{n-1} + \Delta V$ とされ、加速される。一方、設定値よりも小さい場合には、物体の速度データ V_n は、 $V_n = V_{n-1} - \Delta V$ とされ、減速される。

【0062】なお、加速の時の ΔV と減速の時の ΔV を違う値にすることもできる。例えば、減速の時の ΔV を加速の時の ΔV よりも大きくすれば、より自然な物体の動きを表現できる。

【0063】以上のようにして、方向データ θ_n 、速度データ V_n が求められると、これらの θ_n 、 V_n と、前回の座標データ P_{n-1} （ X_{n-1} 、 Y_{n-1} ）とから、今回の P_n （ X_n 、 Y_n ）が求められる。即ち、この場合には、 P_{n-1} （ X_{n-1} 、 Y_{n-1} ）を θ_n の方向に V_n の値だけ変化させることで、 P_n （ X_n 、 Y_n ）を得ることができる。これらの得られた P_n （ X_n 、 Y_n ）、 θ_n 、 V_n は、移動軌跡データ演算手段132から出力され、移動軌跡データ格納手段100に格納されることになる。

【0064】以上のように本実施例では、優先要素選択手段130を設けることにより対象物の選択が行われるため、方向、速度データを求める際に全ての対象物を考慮する必要がなくなる。これにより演算処理を非常に高速にすることができる。また、移動軌跡データの演算にあたって、物理的な力の場のようなものを生成する必要がないため、演算処理を簡易にでき、高速化することができる。

【0065】また、本実施例では、このように演算処理が簡易で高速であるにも関わらず、非常にリアル感のある移動軌跡データを生成できる。例えば、図8、図9、図10には、本実施例により生成された、恐竜に追われながら群泳する魚の移動軌跡の一例が示される。図8において、魚は棒状体で表され、これにより魚の位置及び方向が表される。図8には、リーダ52にしたがいながら壁48、49に囲まれた領域で泳ぐ魚の群に、恐竜50が襲いかかるシーンが示される。図8のAに示すように、リーダ52から遠い魚は、至近距離内にある魚と方向を揃えて同じ方向に同じ速度で群泳している。また、図8のBに示すように、リーダ52に近い魚はリーダ52を慕って寄り添って群泳している。図8の状態では、恐竜50は、魚の群の視界範囲外にあるため、魚の群は敵50に気づかずに泳いでいる。

【0066】図9には、恐竜50が魚の群に更に近づいた場合のシーンが示される。図9のCでは、恐竜50に追われて、恐竜50の位置する方向と反対方向に加速している魚の群が示され、一部の魚は壁に激突しそうになっている。但し、図9に示す壁48、49は実際の壁で

はなく、魚に群の非構成物体である壁が存在すると認識させるために設けられた仮の壁である。魚は、恐竜50に追いかけられながらも、この壁を避けようとするが、恐竜からの反応強度が強い場合には、壁に激突しそうになる。一方、図9のDでは、恐竜50の到来により、仲間同士でぶつかりあいパニック状態に陥っている魚の群が示される。この状態では、魚の群は、自己の生存本能を重視するため、リーダーの統率力は薄れている。

【0067】図10には、更に深追いする恐竜50から方向転換して逃げる魚の群のシーンが示される。図10のE、Fには、恐竜50から逃げることに夢中になったため、リーダー52にしたがう群からはぐれてしまった魚の群が示される。これらの魚は壁等を避けながら、周りの魚と群となり、自分たちの好む方向に群泳することになる。一方、図10のGには、恐竜50に追われてリーダー52を追いついてしまった魚の群が示される。この時点では、リーダーの統率力は完全に失われ、魚は恐竜50から必死に逃げまどうことになる。

【0068】このように本実施例によれば、非常に簡易で高速な演算処理で、リアル感溢れる表現豊かな物体の移動軌跡を自動的に求めることが可能となる。

【0069】2. 第2の実施例

第2の実施例は、各物体に設定される固有反応度パラメータの最適な設定値を求める手法を示す実施例である。図11には、本第2の実施例の手法を説明するためのフローチャート図が示される。

【0070】まず、図11のステップE2に示すように、群を構成させたい物体を所望数だけ用意し、これらの物体の各々に対して固有反応度パラメータの初期値を設定する。これらの固有反応度パラメータとしては、上記第1の実施例と同様に、リーダーをどれくらい慕っているか、仲間をどれくらい好んでいるか、敵をどれくらい恐れているか、壁、障害物等をどれくらい避けようとするか、どれくらい自由に動きたいか等を表す固有反応度パラメータが考えられる。これらの固有反応度パラメータの初期値は乱数等を用いてランダムに各物体に対して設定されることになる。

【0071】次に、ステップE3に示すように、上記の固有反応度パラメータに基づいて実際に行動群を生成する。即ち、例えば第1の実施例に示すような手法により、群を構成する物体の移動軌跡データを初期設定された固有反応度パラメータに基づいて順次求めてゆく。

【0072】次に、このように行動群を生成しながら、ステップE4に示すように評価関数等に基づいて各物体毎に適応度を評価する。この場合の適応度の評価は以下のように行われる。例えば、他の物体と群を生成すれば、その物体に対してはボーナスポイントが与えられ、その物体の体力は増強する。この場合、その物体が他の物体と同じ方向に向かって一定期間寄り添って進行した場合に、その物体は群を生成したと判断される。一方、

壁、障害物にぶつかった場合にはペナルティポイントが課され、その物体の体力は減少する。そして、体力が零となるとその物体はステップE5に示すように淘汰（削除）される。また、敵にぶつかった場合には非常に大きい値のペナルティポイントが課される、あるいは、1度ぶつかっただけでその物体が淘汰される。なお、適応度の評価の手法は、上記に述べたものに限らない。例えば最適な結果がどのようなものかわかっている場合には、その最適な結果にどれくらい近づいたかを調べることで、適応度を評価することも可能である。

【0073】このように各種ルールにしたがって物体の淘汰が行われるとともに、ステップE6に示すように新たな物体の生成も行われる。この新たな物体の生成は以下のようにして行われる。即ち、まず、上記適応度の評価により優れていると判断された物体が選択される。そして、選択された物体の固有反応度パラメータを複製することで新たな固有反応度パラメータを生成する。そして、この際、変異率パラメータに応じた変異を乱数等にしながら与えることで、元の固有反応度パラメータと少し異なる新たな固有反応度パラメータを得る。この場合の変異率パラメータとしては、固有反応度パラメータの変異の大きさの率を設定するもの、あるいは、変異を与える固有反応度パラメータの個数を設定するもの等、種々のものが考えられる。また、固有反応度パラメータの複製元は、1親（1物体）とは限らず、2親（2物体）から複製してもかまわない。

【0074】次に、ステップE7に示すように、群を構成する物体全体の環境に対する適応度に応じて、環境パラメータを調整する。この環境パラメータとしては、適応度評価の際に使用されるペナルティポイント、ボーナスポイント等の評価パラメータ、新たな物体を生成する際に使用される変異率パラメータ等が考えられる。即ち、最適な固有反応度パラメータを得るためには、環境の厳しさという外的圧力が必要となる。環境が物体の群にとって生温いものであるとステップE5における淘汰が行われなくなってしまうからである。一方、環境が厳しすぎると、今度は物体が全滅してしまうおそれがある。また、群を構成する物体の適応度が上がってくると、適応度の上昇率のスピードが遅くなってしまうという問題がある。そこで、ステップE7において、群を構成する物体全体の評価によって、環境自体を変化させて、適応度の上昇率に圧力をかけてやる。例えば、物体全体の個数が多くなった場合、寿命が長くなった場合には、評価パラメータであるペナルティポイントが全体的に高くなるように設定する。このように評価パラメータを調整することで、適応度の非常に高い群を作り出すことが可能となる。

【0075】また、最終的に得られる個々の物体の移動軌跡が似通ってしまうと、豊かな表現を行うことができないという問題がある。そこで、本実施例では、変異率

パラメータを変化させて、多様性のある群を作り出している。更に、次のような問題もある。即ち、本実施例の処理により最適な適応度を得ようとした場合、図12に示すように、解が最適解ではなく局所解に収束してしまうような場合がある。そこで、このような場合には、解が最適解に収束するように変異率パラメータを調整してやる。これは、ちょうど局所解に収束してしまった環境を「揺する」ことを意味する。これにより、更に最適な適応度を持つ群を得ることができる。なお、変異率を変更する例として次のようなものが考えられる。例えば、物体全体が環境に適応してしまって、物体全体の寿命が高くなってしまったような場合には、変異率を高くして物体全体とは非類似の特異の物体を生成させる。これにより、多様性のある群を作り出すことができるとともに、最適解に収束した適応度の高い群を作り出すことも可能となる。

【0076】このようにして環境パラメータを調整した後、調整後の環境パラメータで、新たに生成された物体を含ませて、再度、固有反応度パラメータに基づく行動群の生成を行う。そして、ステップE3～E7を繰り返すことで、最適な固有反応度パラメータ、最適な環境パラメータ、最適な移動軌跡データを得ることになる。

【0077】図13には、まだ固有反応度パラメータが最適化されていない初期状態で魚の群泳の状態が示される。この場合には図13のHに示すように小さな群れは生じているが、大部分は図13のI、Jに示すように魚は自由に泳ぎまわっており、他の魚とあまり群れを作らない。また、図13のKに示すように、壁54にぶつかったり、魚同士でぶつかったりするものも存在する。

【0078】図14には、図11のステップE3～E7を50回繰り返した後の、魚の群泳の状態が示される。図14のL、M、N、Oに示すように、適度な数の群れを作りながら、壁54にもぶつからないで泳ぐことができることになる。即ち、反応強度パラメータ、環境パラメータが最適化されたことになる。

【0079】図15には、本実施例をプレーヤ参加型のシミュレーションゲームに適用した場合のフローチャート図が示される。即ち、図11の例では、ただ単に魚の群が生成されるのを見ているだけであったが、この図15の例ではプレーヤは、自ら環境操作を行い積極的にシミュレーションに参加する。ここで、図15のステップF2、F3は、図11のステップE2、E3と全く同様である。そして、図15では、この後にプレーヤが環境操作を行うというステップF4の処理が挿入される。この環境操作としては、例えばペナルティポイントを変更する等の環境パラメータを変える操作が考えられる。また、プレーヤが自ら群のリーダーとなって、リーダーの移動軌跡を自由に操作するというようなものも考えられる。次に、ステップF5に示すように行動評価が行われる。これは、図11の適応度評価（ステップE4）に相当す

るものである。そして、ステップF6で環境に適していないと判断されると、キャラクターテーブルから該当するキャラクターがクリアされる（ステップF10）。これは、図11の淘汰（ステップE5）の相当する。逆に、環境に適していると判断されたならば、キャラクターテーブルに空きがあることを条件に（ステップF7）、変異率に対応した変異を行いながらキャラクタの複製が行われる（ステップF8）。これは図11の新たな物体作成（ステップE6）に相当する。その後、ステップF9に示すように、変異率の変更が行われる。これは、図11の環境パラメータの調整（ステップE7）に相当する。以上のようにしてプレーヤ参加型のシミュレーションを実現できる。

【0080】図16、図17には、本実施例を例えばドッグレース等の競争シミュレーションに適用した場合の例が示される。このドッグレースのシミュレーションの目的は、複数の物体に競争を行わせ、所定のコースを速く周回できる行動様式を獲得することである。また、物体間の相互作用を重視するために、最速のラップを得ることのみならず、他の物体を追い越すような行動様式を得ることに重点を置いている。また、物体の数は例えば8個とし、一定回数を周回した後に世代交代（劣る物体の削除、優れる物体の複製等）を行う。また、対象物（壁、他の物体）までの距離とスピードを状況判断のために与え、各自が状況判断を行い、対応する行動を起こす。

【0081】この場合、最適化を行うパラメータとして、技術パラメータ、性格パラメータを導入する。また、外部データとして物理パラメータを導入する。ここで、物理パラメータとは、例えば速度、方向、周回速度記録、順位等のパラメータである。また、技術パラメータとは、例えば減速及び加速のタイミング、カーブに対する応答性、曲がるときのカーブ半径等のパラメータである。また、性格パラメータとは、状況に対する判断（直進、右折、左折、加速、減速、速度維持）の傾向を指定するパラメータであり、行動群のパラメータから確率的に選択される。

【0082】本シミュレーションにおける世代交代は以下のようにして行われる。即ち、まず他の物体を追い越した回数、最速のラップタイムによって優劣が評価される。そして、評価順位によって確率的に選択された2つの物体のパラメータのそれぞれから一様に選択して複写を行う。次に、生成された物体のパラメータの値を、両親となったペアの個体差に応じた確率で増減する。そして、生成された物体を、評価が最下位の物体と入れ替える。なお、この世代交代の際に使用されるパラメータは、技術パラメータ、性格パラメータである。

【0083】図16には、初期状態で競争犬61～68のコース60上での移動軌跡の状態が示される。初期状態では、競争犬は頻繁に減速するため、速度をあまり

速くすることができない。また、壁を避けて道の真ん中を走ろうとする。この点は、これらの競争犬61～60を結んだ線70を見れば明らかである。そして、このように道の真ん中を走るわりには、カーブを曲がれずに壁に頻繁にぶつかる。また、走行ラインを変えずに追い越そうとして他の物体に頻繁に衝突する。

【0084】図17には、世代交代を200回繰り返した後の、競争犬61～68の移動軌跡の状態が示される。この状態では、競争犬はあまり減速しなくなり、カーブもうまく曲がれるようになるため、速度も速くなる。また、道の内側を走り壁際を走るようになる。この点は、これらの競争犬61～60を結んだ線72を見れば明らかである。また、走行ラインをうまく変更して、他の物体を追い越す回数が多くなる。これにより、ラップタイムも速くなっていく。更に、場合によっては、故意に壁にぶつかってターンするようなものも出現してくる。

【0085】以上のように本実施例は、魚の群泳等に限らず、ドッグレース等の競争ゲームにも応用することが可能となる。

【0086】3. 第3の実施例

第3の実施例は、本発明のデータ生成方法を、コンピュータグラフィックス装置、ゲーム装置に適用した場合について示す実施例である。

【0087】図18には、本発明のデータ生成方法を適用したコンピュータグラフィックス装置のブロック図の一例が示される。このコンピュータグラフィックス装置200は、データ生成システム201、画像合成手段202を含む。ここで、データ生成システム201は、第1、第2の実施例で説明した手法により物体の移動軌跡データを求めるものであり、求められた移動軌跡データは、画像合成手段202に入力される。従来は、この移動軌跡データの作成をCGアーティストが手作業で行っていた。そして、画像合成手段202では、入力された移動軌跡データに基づいて1/24秒毎又は1/30秒毎に変化する動画像（CG画像）が生成される。ここで、画像合成手段202は、モデル格納手段204と、モデリング手段205と、レンダリング手段206とを含む。モデル格納手段204には、魚、恐竜等の画像を表すためのモデル情報が格納されている。そして、モデリング手段205では、これらのモデル情報に基づき、座標変換処理、クリッピング処理等が行われ、これにより生成されたポリゴン情報をレンダリング手段206に出力する。レンダリング手段206では、入力されたポリゴン情報に基づいて、陰面消去やシェーディング等の処理が行われる。この場合のレンダリングの手法としては、例えばレイ・トレーシング手法等が用いられる。

【0088】画像合成手段202により得られた2次元のCG画像情報は、記録デバイス208に記憶される。そして、この記憶された画像情報は、画像表示部209

により再生され、これによりディスプレイ上にCG画像が表示されることになる。図19(A)、(B)には、以上のようにして表示されたCG画像の一例が示される。このCG画像は、恐竜210に追われて逃げる魚212～228の群泳を表すCG画像である。この場合、本実施例では、データ生成システム201により非常にリアル感があり自然な動きの移動軌跡データが生成されているため、生成されるCG画像も非常にリアル感溢れるものになる。

【0089】なお、本実施例においては、恐竜及びリーダーとなる魚の軌跡データについては、CGアーティストが作成してコンピュータグラフィックス装置200に入力している。そして、本実施例によれば、リーダーを動かすとリーダー以外の魚は動かしリーダーに寄り添うようにして群泳する。また、恐竜を動かすと、恐竜を避けるように魚が群泳する。従って、CGアーティストは、リーダー及び恐竜の軌跡データを指定してやることで、自分が望む演出をある程度表現できることになる。これにより、演出度のより高いCG画像を生み出すことが可能となる。また、固有反応度パラメータを、(全ての物体に共通の部分+個体差部分)というように分けて設定できるようにしておき、全ての物体に共通の部分については、CGアーティストが調整できるようにしておく。このようにすれば、例えば魚がもう少し恐竜をおそれるようにしたい、あるいは、もう少しリーダーについてゆくようにしたい、あるいは、もう少し群れが生じやすくなりたいと思った場合に、対応する固有反応度パラメータの上記共通部分を調整すればよいことになる。これにより、CGアーティストの手で、多種多様の魚の行動を作り出すことが可能となる。

【0090】図20には、本発明のデータ生成方法を適用したゲーム装置のブロック図の一例が示される。このゲーム装置は、操作部312、ゲーム演算部400、画像合成部500、CRT310を含む。そして、ゲーム演算部400は、処理部402、ゲーム空間設定部404、移動情報演算部406、オブジェクト情報記憶部408を含む。ここで、処理部402では、ゲーム装置全体の制御が行われる。また、処理部402内に設けられた記憶部には、所定のゲームプログラムが記憶されている。ゲーム演算部400は、このゲームプログラム及び操作部312からの操作信号にしたがってゲーム演算を行うことになる。

【0091】移動情報演算部406では、操作部312からの操作信号及び処理部402からの指示等にしたがって、レーシングカーの移動情報が演算される。この場合、移動情報演算部406はデータ生成システム403を含んでいる。そして、このデータ生成システム403により、レーシングカーの中のコンピュータカーについて、その移動情報（方向情報、速度情報）が演算されることになる。

【0092】オブジェクト情報記憶部408には、ゲーム空間を構成するオブジェクトのオブジェクト情報（位置、方向、オブジェクトナンバ）が記憶される。そして、ゲーム空間設定部404では、オブジェクト情報記憶部408から読み出したオブジェクト情報と、移動情報演算部406で演算された移動情報とに基づいて、当該フレームにおけるオブジェクト情報（位置情報、方向情報）が求められる。このようにして、ゲーム空間設定部404では、当該フレームにおけるゲーム空間を構成する全てのオブジェクトのオブジェクト情報が設定されることになる。

【0093】図21には、本ゲーム装置におけるゲーム空間の一例が示される。このように、ゲーム空間上には、コース620、ビル660、トンネル662、山664、崖666、壁668等の3次元オブジェクトが配置されている。また、このゲーム空間上には、プレイヤーの操作するレーシングカー、データ生成システム403によりその移動軌跡が演算されるコンピュータカー等も配置される。

【0094】画像合成部500は、実際にプレイヤーから見える疑似3次元画像の形成を行うものであり、画像供給部510、画像形成部528を含む。そして、画像供給部510では、ゲーム演算部400により設定されたゲーム空間の設定情報とオブジェクト画像情報記憶部512に記憶されるオブジェクト画像情報とに基づいて、座標変換処理、クリッピング処理、透視変換処理、ソーティング処理等が行われ、ソーティング後のデータが画像形成部528に出力される。画像形成部528では、これらの入力されたデータから実際にプレイヤーから見えるべき疑似3次元画像の形成が行われる。即ち、ポリゴンの頂点情報等からポリゴン内部の画像情報の形成が行われる。そして、処理後のデータは、CRT310に出力され、ゲーム画像の表示が行われることになる。

【0095】図22には、本ゲーム装置においてCRT310上に映し出されるゲーム画面の一例が示される。図22に示すようにメイン画面601及びバックミラー602には、コンピュータカー652、654が映し出されており、プレイヤーはメイン画面601、バックミラー602を見ながら、これらのコンピュータカー652、654と競争を行うことになる。この場合、コンピュータカー652、654は、組（群）になってプレイヤーのレーシングカーの進行を妨害するように走行する。また、コンピュータカー652、654は、壁622等にぶつからないようにしながらも、路面621上の最短距離を走行し、これによりプレイヤーカーを追い越したり、プレイヤーカーをブロックしたりして、プレイヤーカーとラップを競い合うことになる。

【0096】従来のゲーム装置では、コンピュータカーの移動軌跡データは、全てゲームデザイナーがあらかじめ手作業で入力していた。しかし、コンピュータカーの

数が増えてきた場合には、これらのコンピュータカーの移動軌跡データを全て手作業で入力するのは容易ではない。一方、このようなゲーム装置では、コンピュータカーの動きがリアルであるほどゲームの臨場感が増す。ところが、コンピュータカーの移動軌跡があらかじめ決められていると、このリアル感が欠如するおそれがある。これに対して、本発明のデータ生成方法では、コンピュータカーの移動軌跡データをその場の状況に応じてリアルタイムに演算できる。この意味において、本発明のデータ生成方法は、コンピュータカーの移動軌跡データ生成に最適なものとなる。またこのようなゲーム装置では、コンピュータカーが手強いほどゲームの面白味が増す。この意味においても、前述の第2の実施例で説明したようにパラメータを最適化できる本発明のデータ生成方法は、コンピュータカーの移動軌跡データ生成に最適なものとなる。更に、本発明には、リーダーのコンピュータカーの動きを制御するだけで、このリーダーと群を形成する他のコンピュータカーの動きを制御できるという利点もある。

【0097】図23（A）、（B）には、本発明のデータ生成方法を適用した戦闘シミュレーションゲームの一例が示される。このゲームでは、武将、兵隊の動きは地形によって影響を受け、図23（A）における山690、川692では機動力が低下する。そして、プレイヤーが動かすことができるのは武将A～Cだけであり、武将を取り囲む兵隊1～15については、コンピュータ側が動かすことになる。そして、図23（B）に示すように、武将、兵隊には各種のパラメータが設定されている。そして、例えば武将のカリスマ性のパラメータが高ければ、困難な状況でも兵はリーダーである武将にしたがってついて行くことになる。例えば、兵の水泳力のパラメータが低くても、武将が川692の中に入って行けば、兵も川692の中に入ろうとする。逆に、武将のカリスマ性のパラメータが低ければ、どんどん脱落してしまい、ひどい場合には、裏切って敵の武将の家来となってしまう。また、勇気、行動力のパラメータが高い兵は、勝手に敵に向かって攻撃をしかけに行く。基本的には、プレイヤーの操作する武将の動きと周囲の状況とにより、兵の行動は決定されることになる。

【0098】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

【0099】例えば、本発明における固有反応度パラメータは上記実施例に説明したものに限らず、あらゆる種類のものを考えることができる。また、固有反応度パラメータと名称等が異なるものであっても、これと実質的に同等の機能を果たすものは本発明の固有反応度パラメータに含まれる。

【0100】また、物体の環境に対する適応度を評価して、物体の削除・複製を行う固有反応度パラメータの最

10

20

30

40

50

適化手法は、あらゆる種類のデータ生成システムに適用でき、例えば物理的な力を用いて移動軌跡を求めるシステムにも適用できる。

【0101】また、本発明が適用されるコンピュータグラフィックス装置、ゲーム装置は、上記実施例に説明した構成に限らず、種々の構成を採用することができる。

【0102】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明によれば、固有反応度パラメータの設定により、例えばリーダを募り、仲間に寄り添う等の物体の行動を表現できるとともに、群を構成する物体の移動軌跡データを自動生成できる。しかも、自動生成のための演算が簡易で高速に行うことができるため、パラメータを調整しながら所望の移動軌跡データを得る作業を円滑に行えとともに、本発明をゲーム装置に適用した場合には、そのリアルタイム性を維持することが可能となる。

【0103】また、請求項2の発明によれば、敵から逃げる、壁、障害物を避ける等の物体の行動を表現できる。これにより敵から追い回される魚の群泳、壁等につつかのを避けながら競争犬が競争するゲーム等を表現することが可能となる。

【0104】また、請求項3の発明によれば、物体の速度、方向を求める際に、全ての対象物について演算処理を行う必要がなくなる。これにより、演算処理の速度を更に速めることが可能となる。この結果、パラメータを調整しながら所望の移動軌跡データを得る作業の更なる円滑化、ゲーム装置に適用した場合のリアルタイム性の更なる向上を図ることが可能となる。

【0105】また、請求項4の発明によれば、反応強度のソートと選択確率とにより、より簡易に対象物の選択を行うことが可能となる。特に、選択確率の設定により順位の高いものでも選択できるようになるため、表現のパラエティを増すことが可能となる。

【0106】また、請求項5の発明によれば、不必要な演算を省略でき、演算の更なる高速化を図れる。また、遠くに存在する敵には反応しない等、より現実に近い物体の行動の表現が可能となる。

【0107】また、請求項6の発明によれば、群の牽引物体が速かった場合には加速して追いつこうとしたり、群の牽引物体の方向になるべく移動する等の行動が可能となり、物体が群の牽引物体を慕っているという行動を表現できることになる。また、対象物が群の構成物体である場合には、同じ場所で同じ速度で同じ方向で動くという群としての行動を表現できることになる。

【0108】また、請求項7の発明によれば、群の非構成物体が追いかけてきた場合には、非構成物体の位置する方向と逆の方向に加速して逃げる、あるいは、壁等があった場合にはよける等の行動の表現が可能となる。

【0109】また、請求項8の発明によれば、物体の動き、即ち速度の変化、方向の転換ををより緩やかなもの

とすることが可能となる。そして、例えば物体が魚等の生物を表すものであった場合には、より生物的な表現を行うことが可能となる。また、反応強度の演算を行う時間間隔を物体毎に異ならせることで、よりバラエティに富んだ群の表現が可能となる。

【0110】また、請求項9の発明によれば、操作者が群の牽引物体について移動軌跡データを設定することで、操作者が所望する演出効果を簡易に実現できることになる。例えば、リーダを先頭に逃げまどう物体の群や、武将が兵を引き連れて移動する群等の表現が可能となる。

【0111】また、請求項10の発明によれば、適応度の劣る物体の淘汰、適応度の優れた物体からの複製を繰り返すことで、最適な固有反応度パラメータ、移動軌跡データを得ることができる。これにより、例えば、群をより作りやすい、あるいは、壁や仲間につつかることが少ない等の特徴をもった行動様式を、それほど手間をかけずに獲得することが可能となる。

【0112】また、請求項11の発明によれば、評価パラメータを調整することで、物体全体に対する環境の厳しさを調整することが可能となる。これにより例えば淘汰があまり行われない等の事態を防止したり、進化のスピードが遅くなる等の事態を防止でき、環境に対する適応度の高い群を作り出すことができる。

【0113】また、請求項12の発明によれば、変異率パラメータを調整することで、多様性のある群を作り出すことが可能となり、表現力豊かな群を作り出すことが可能となる。また、適応度の高い群を得るための解を最適解に収束させることが可能となり、より最適な適応度を持つ群を作り出すことが可能となる。

【0114】また、請求項13の発明によれば、単に見ているだけではなく、操作者が積極的に参加できるシミュレーションを実現できることになる。

【0115】また、請求項14の発明によれば、CG画像を合成するために必要な移動軌跡データを自動的に求めることができ、CGアーティストの労力を大幅に軽減できる。しかも、CGアーティストは、固有反応度パラメータの設定を変えたり、リーダとなる物体の移動軌跡を設定することができ、これによりCGアーティストの望む演出をある程度表現でき、演出度の高いCG画像を生み出すことが可能となる。

【0116】また、請求項15の発明によれば、ゲーム画像を合成するために必要な移動軌跡データを自動的に、リアルタイムに求めることができ、ゲームデザイナーの労力を大幅に軽減できるとともに、ゲーム装置のリアルタイム性を維持できる。そして、特に本発明によれば、コンピュータカー等のコンピュータにより操作される移動体のリアル感溢れる移動軌跡を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例のデータ生成方法を実現するためのデータ生成システムの機能的ブロック図である。

【図2】移動軌跡の一例を示す図である。

【図3】反応強度の演算処理について説明するための図である。

【図4】対象物が群のリーダーである場合に行われる演算処理を説明するためのフローチャート図である。

【図5】群行動生成の場合の演算処理を説明するためのフローチャート図である。

【図6】対象物が敵である場合の演算処理を説明するためのフローチャート図である。

【図7】図7(A)、(B)、(C)は、物体の方向データの演算手法について説明するための図である。

【図8】恐竜に追われながら群泳する魚の移動軌跡の一例を示す図である。

【図9】恐竜に追われながら群泳する魚の移動軌跡の一例を示す図である。

【図10】恐竜に追われながら群泳する魚の移動軌跡の一例を示す図である。

【図11】第2の実施例の手法を説明するためのフローチャート図である。

【図12】局所解、最適解について説明するための図である。

【図13】初期状態での魚の群泳の移動軌跡の一例を示す図である。

【図14】50世代後の魚の群泳の移動軌跡の一例を示す図である。

【図15】第2の実施例をプレーヤ参加型のシミュレーションゲームに適用した場合のフローチャート図である。

【図16】初期状態での競争犬の移動軌跡の一例を示す図である。

【図17】200世代後の競争犬の移動軌跡の一例を示す図である。

【図18】第3の実施例のコンピュータグラフィックス装置のブロック図の一例である。

【図19】図19(A)、(B)は、第3の実施例で生成されたCG画像の一例である。

【図20】第3の実施例のゲーム装置のブロック図の一

例である。

【図21】本ゲーム装置におけるゲーム空間の一例を示す概略図である。

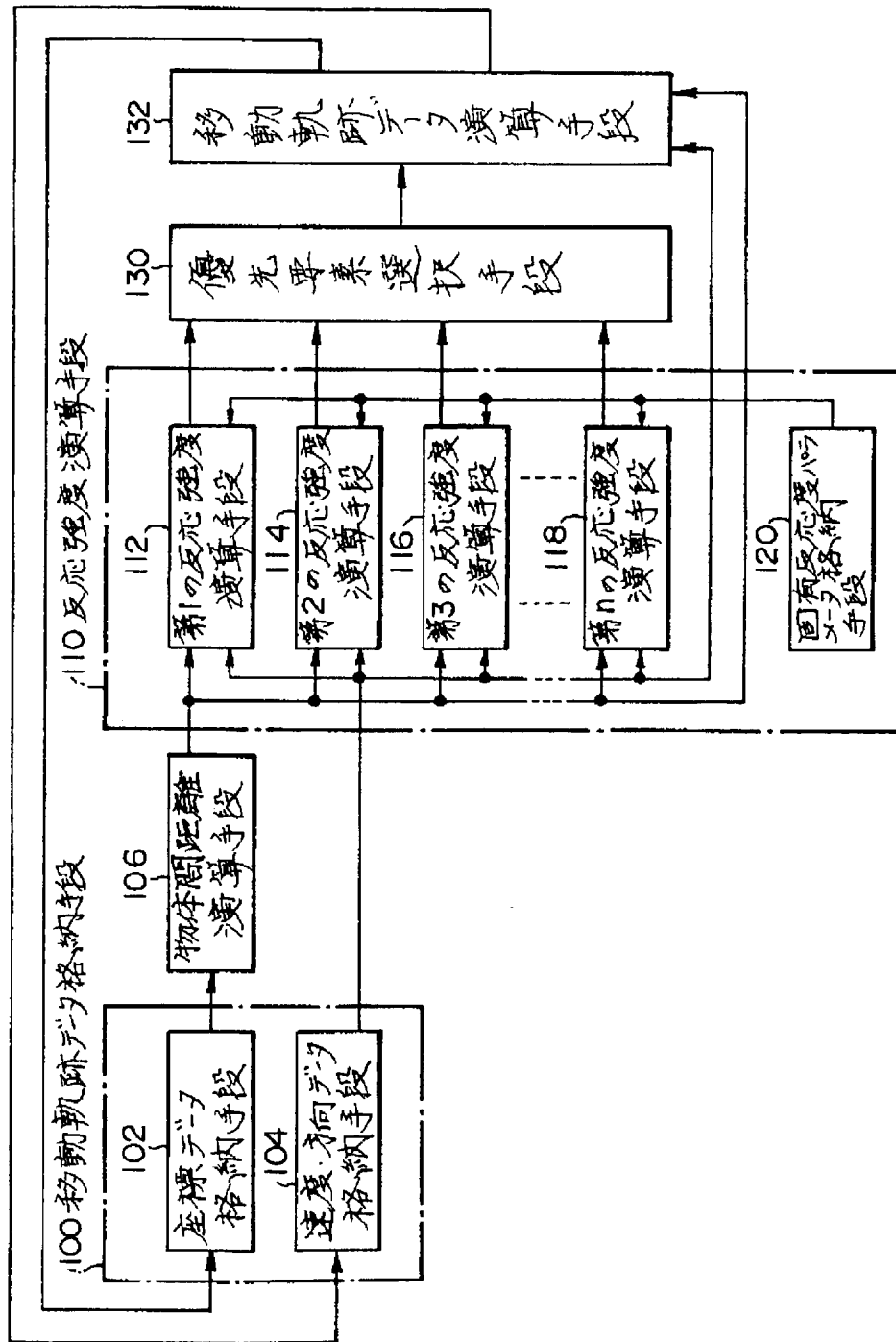
【図22】本ゲーム装置により画像合成されたゲーム画面(疑似3次元画像)を示す図である。

【図23】図23(A)、(B)は、本発明のデータ生成方法を適用した戦闘シミュレーションゲームの一例を示す図である。

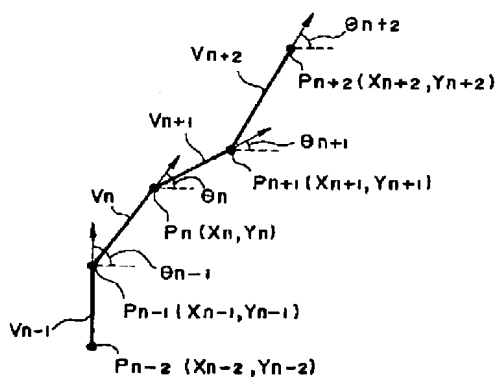
【符号の説明】

100	移動軌跡データ格納手段
102	座標データ格納手段
104	速度・方向データ格納手段
106	物体間距離演算手段
110	反応強度演算手段
112	第1の反応強度演算手段
114	第2の反応強度演算手段
116	第3の反応強度演算手段
118	第nの反応強度演算手段
130	優先要素選択手段
132	移動軌跡データ演算手段
200	コンピュータグラフィックス装置
201	データ生成システム
202	画像合成手段
204	モデル格納手段
205	モデリング手段
206	レンダリング手段
208	記憶デバイス
209	画像表示装置
310	CRT
30400	ゲーム演算部
402	処理部
403	データ生成システム
404	ゲーム空間設定部
406	移動情報演算部
408	オブジェクト情報記憶部
410	マップ設定部
500	画像合成部
510	画像供給部
512	オブジェクト画像情報記憶部

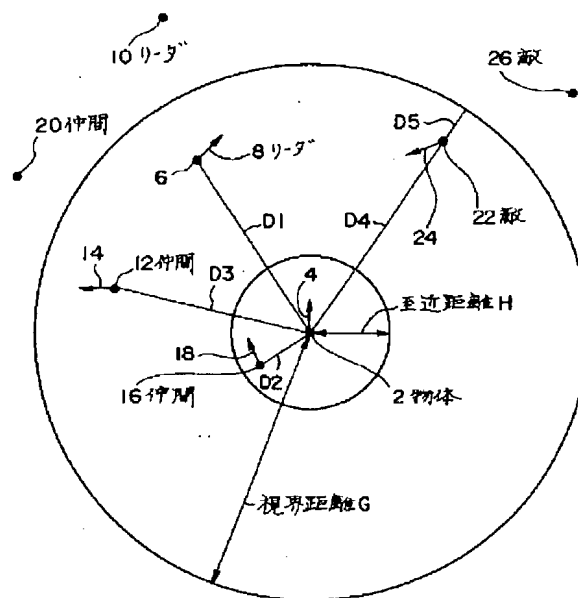
【図1】



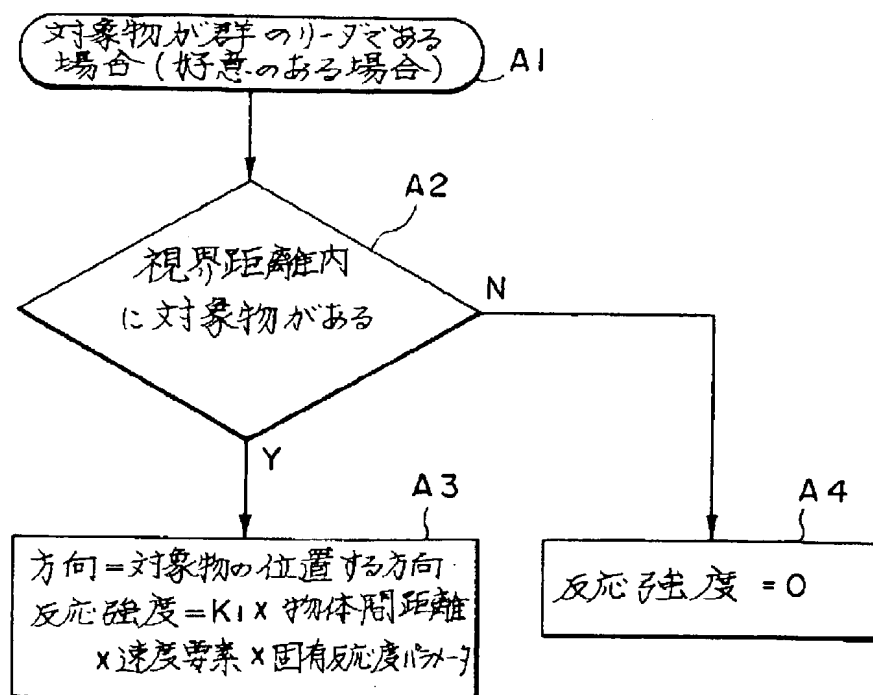
【図2】



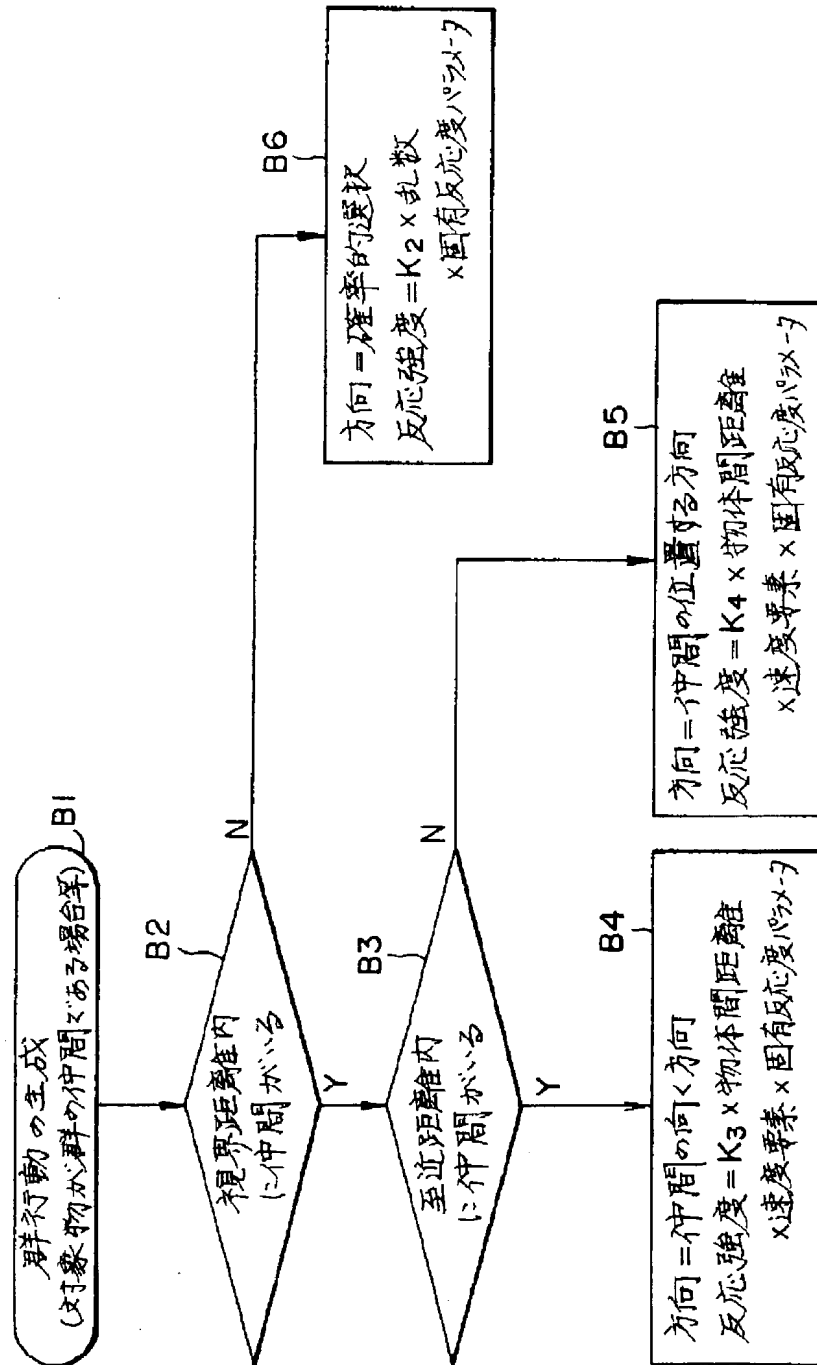
【図3】



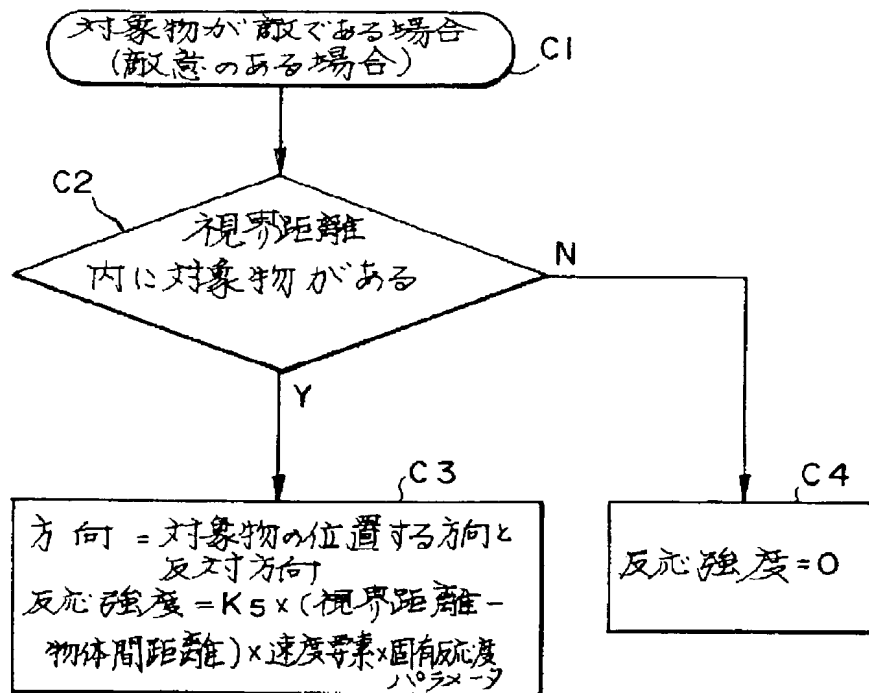
【図4】



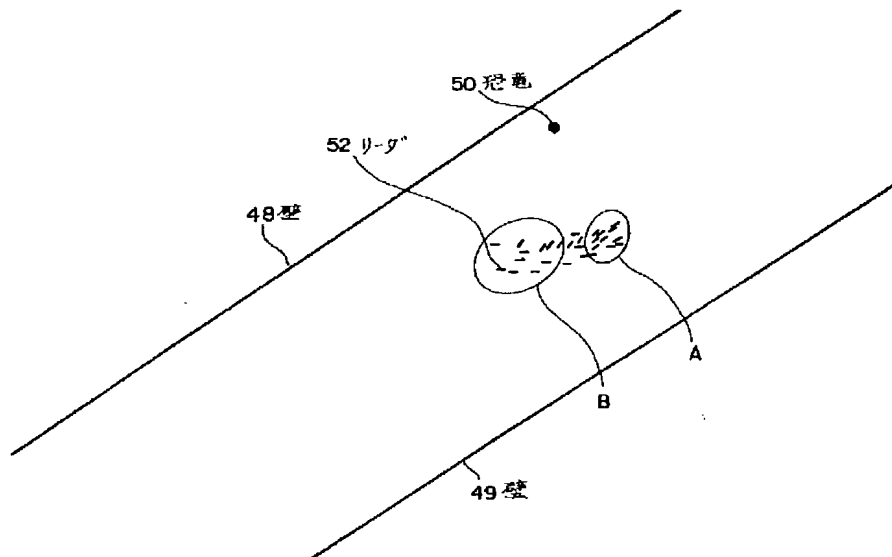
【図5】



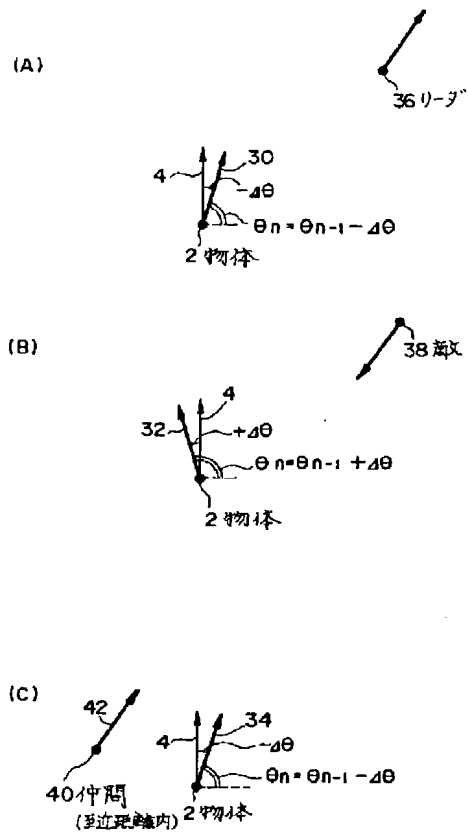
【図6】



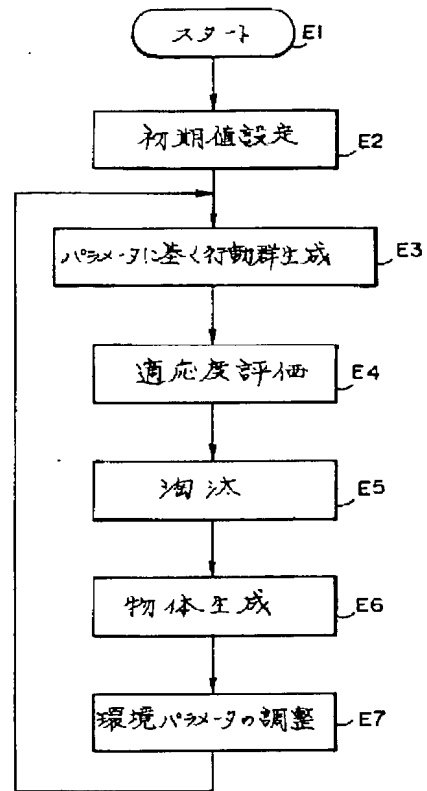
【図8】



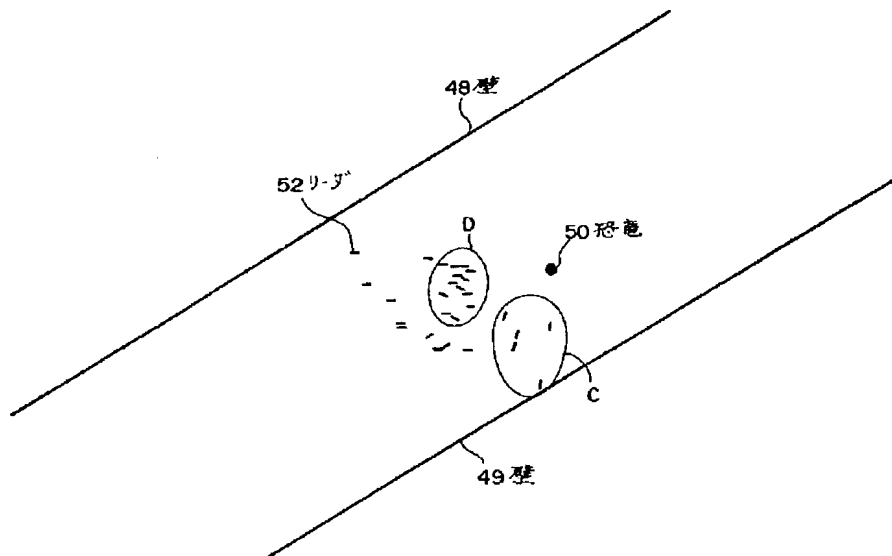
【図7】



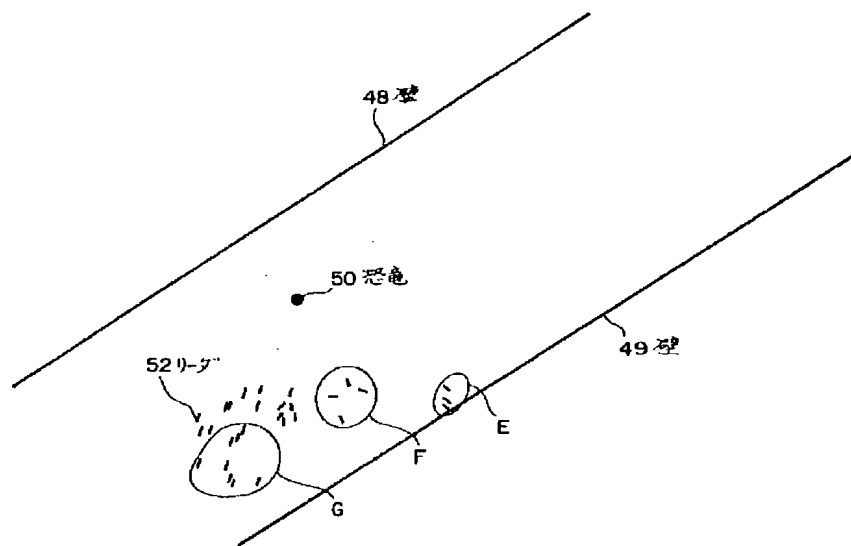
【図11】



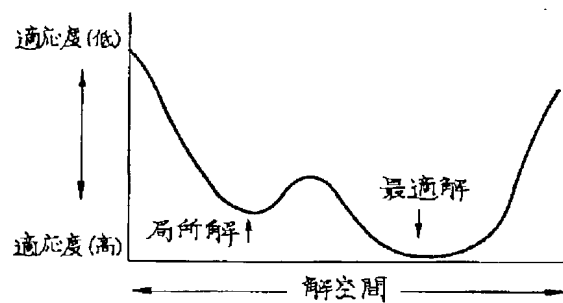
【図9】



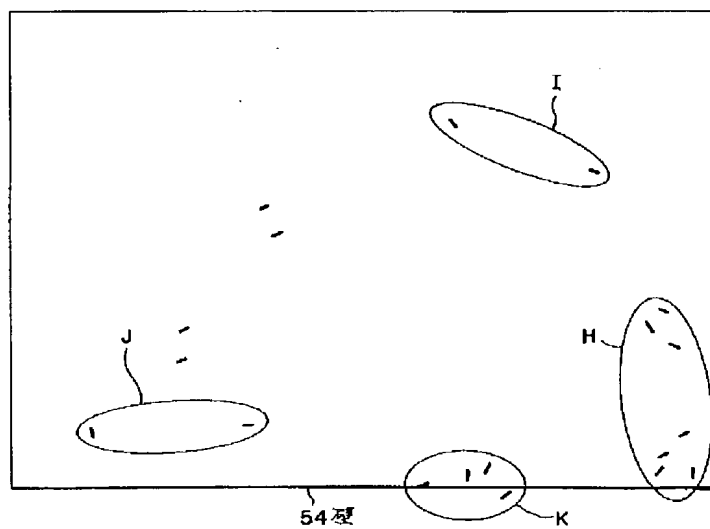
【図10】



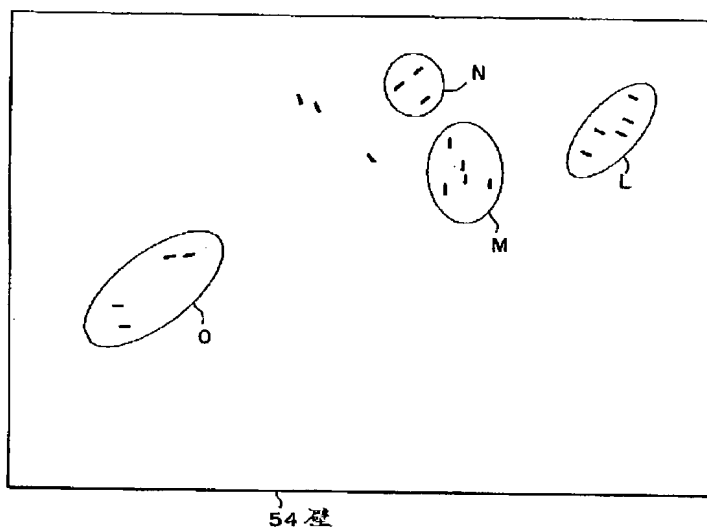
【図12】



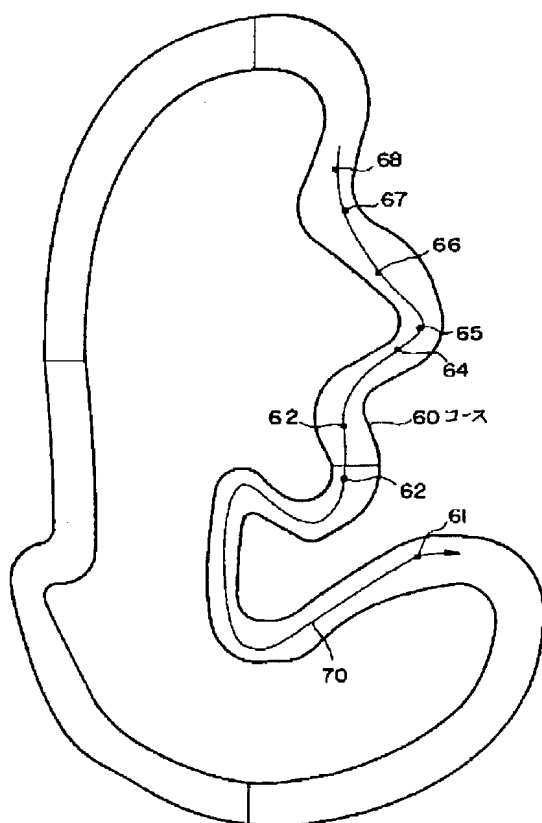
【図13】



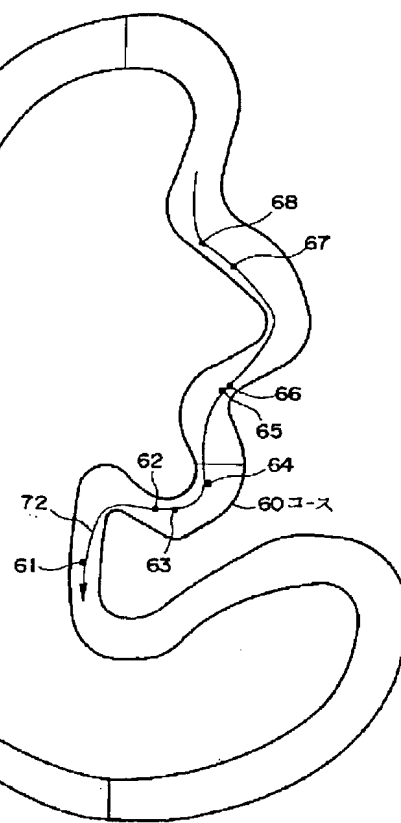
【図14】



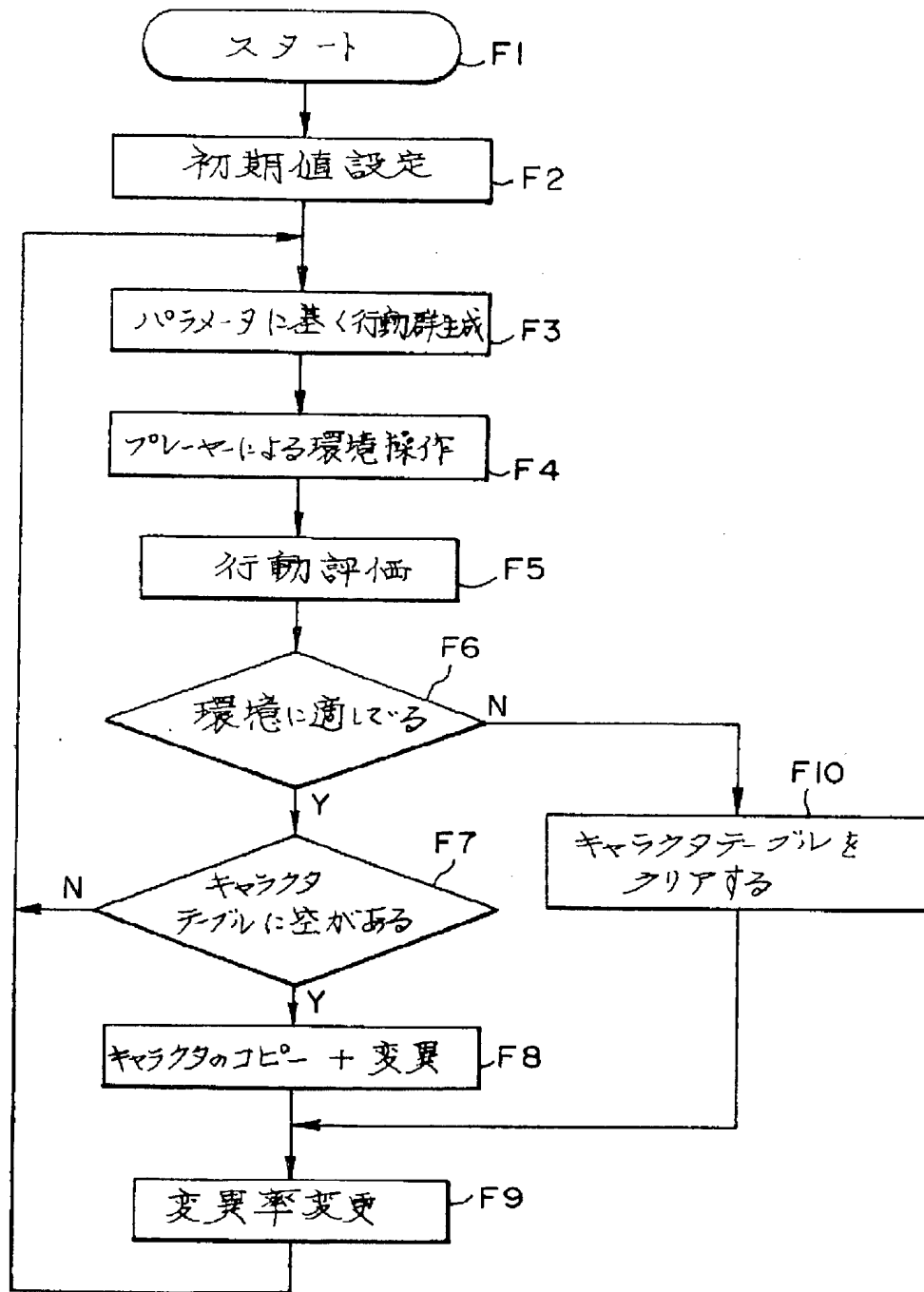
【図16】



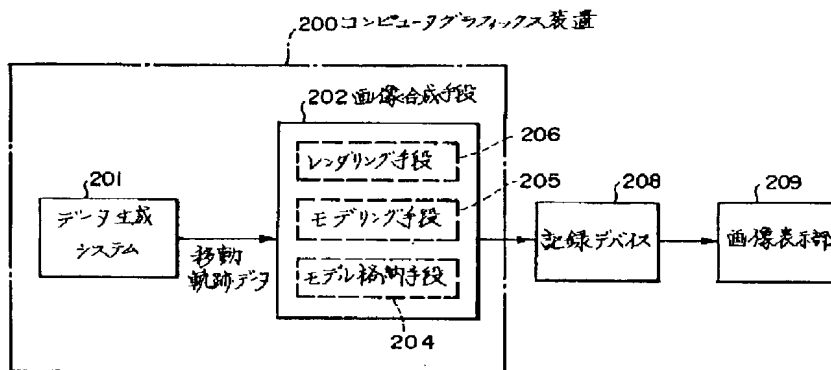
【図17】



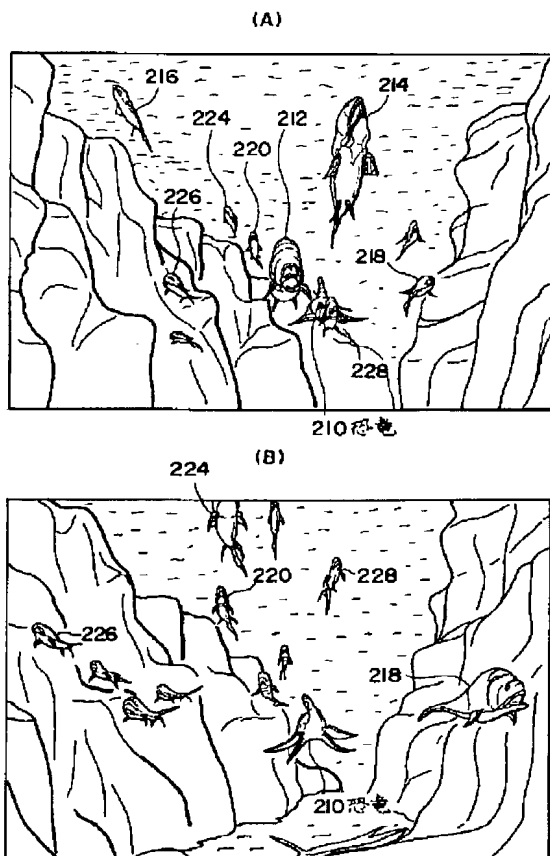
【図15】



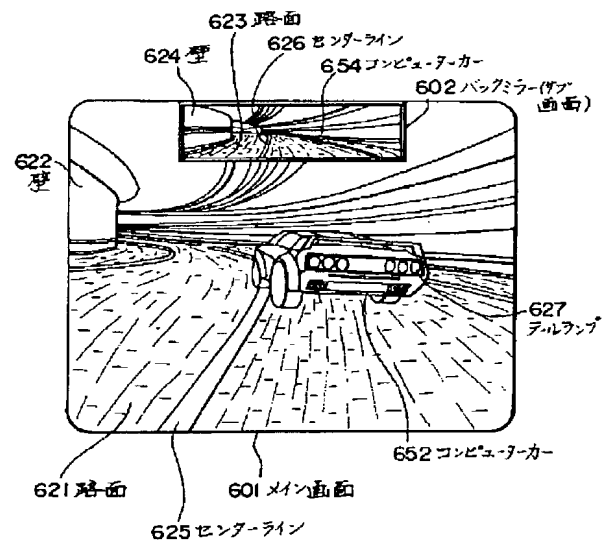
【図18】



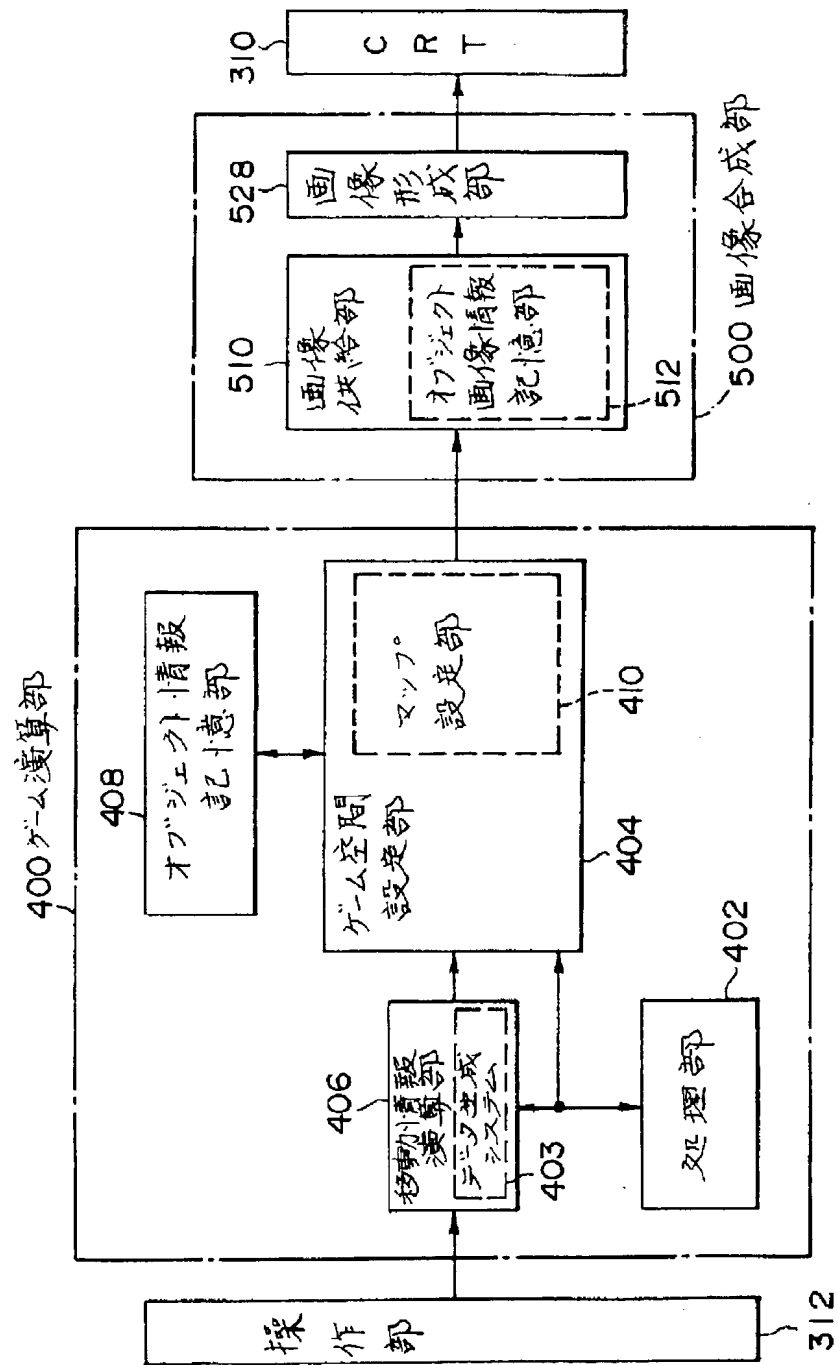
【図19】



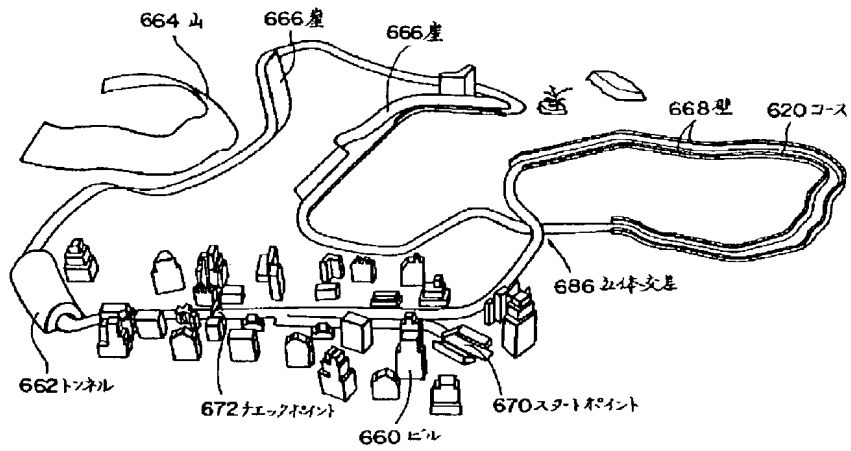
【図22】



【図20】

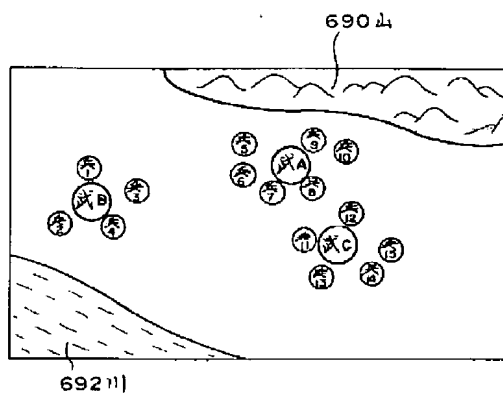


【図21】



【図23】

(A)



(B)

武将のパラメータ	兵のパラメータ
カリスマ性	武将に対する好感度
知能	攻撃力
厳しき	防御力
やさしき	勇気
攻撃力	水泳力
防御力	